



UNIVERSITÉ DE LILLE

**FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG**

Année : 2022

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT  
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Mise en place d'une nouvelle technique d'imagerie au CHU de Lille :  
l'angiomammographie. Analyse rétrospective de 27 cas.**

Présentée et soutenue publiquement le 17 juin 2022 à 14 h  
au Pôle Recherche.  
**par Eva CIFUENTES.**

---

**JURY**

**Président :**

**Monsieur le Professeur Philippe PUECH**

**Assesseurs :**

**Monsieur le Docteur Luc CEUGNART**

**Monsieur le Docteur Jérôme PHALIPPOU**

**Directeur de thèse :**

**Monsieur le Docteur Eric KAMUS**

---

# **Avertissement**

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.



# SOMMAIRE

<b>PARTIE 1 : INTRODUCTION</b>	<b>13</b>
1. Généralités sur le cancer du sein	13
1.1. Épidémiologie	13
1.2. Rappels anatomiques du sein	14
1.3. Rappels de la physiopathologie des néoplasies	18
1.4. Examen clinique	20
1.5. Dépistage organisé en France	21
1.6. Techniques d'imagerie dans le cancer du sein	23
1.6.1. <i>Mammographie</i>	23
1.6.1.1. Généralités	23
1.6.1.2. Sémiologie	25
1.6.1.3. Classification ACR	27
1.6.2. <i>Echographie mammaire</i>	28
1.6.2.1. Généralités	28
1.6.2.2. Sémiologie	28
1.6.3. <i>IRM mammaire</i>	29
1.6.3.1. Généralités	29
1.6.3.2. Sémiologie	30
1.6.4. <i>Biopsie percutanée mammaire</i>	31
1.7. Traitement	32
2. L'angiommammographie	34
2.1. Techniques	34
2.1.1. <i>Technique temporelle</i>	34
2.1.2. <i>Technique en double énergie</i>	35
2.2. Rappels des bases physiques des rayons X	37
2.2.1. <i>Production des rayons X en imagerie médicale</i>	37
2.2.2. <i>Atténuation des rayons X</i>	39
2.2.2.1. <i>Effet photoélectrique</i>	39
2.2.2.2. <i>Effet Compton</i>	40
2.3. Principe de l'angiommammographie double énergie	41
2.4. Indications	43
2.5. Contre-Indications	45
2.6. Déroulement de l'examen	45

2.7. Interprétation	47
2.8. Apport de l'angiomammographie	48
2.9. Limites	51
3. Objectif de l'étude	55
<b>PARTIE 2 : MATERIEL ET METHODES</b>	56
1. Design de l'étude	56
2. Population de l'étude	56
3. Bilan sénologique	56
4. Données recueillies	59
<b>PARTIE 3 : RÉSULTATS</b>	60
Cas n°1	60
Cas n°2	64
Cas n°3	68
Cas n°4	72
Cas n°5	76
Cas n°6	79
Cas n°7	82
Cas n°8	85
Cas n°9	88
Cas n°10	90
Cas n°11	92
Cas n°12	99
Cas n°13	103
Cas n°14	108
Cas n°15	111
Cas n°16	116
Cas n°17	118
Cas n°18	120
Cas n°19	122
Cas n°20	128
Cas n°21	131
Cas n°22	133
Cas n°23	137
Cas n°24	140
Cas n°25	147
Cas n°26	151
Cas n°27	155
<b>PARTIE 4 : DISCUSSION</b>	162
<b>PARTIE 5 : PERSPECTIVES</b>	165
<b>PARTIE 6 : RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	165
<b>ANNEXE</b>	169

## TABLE DES ABRÉVIATIONS

ACR : *American College of Radiology*

ANSM : Agence Nationale de Sécurité du Médicament

BI-RADS : *Breast Imaging- Reporting And Data System*

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CPP : Comité de Protection des Personnes

CRCDC : Centres Régionaux de Coordination des Dépistages des Cancers

CTI : Cliché Techniquement Insuffisant

DGM : Dose Glandulaire Moyenne

FDA : *Food and Drug Administration*

FOV : *Field Of View*

HAS : Haute Autorité de Santé

INCA : Institut National du Cancer

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

IRSN : Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire

RCP : Réunion de Concertation Pluridisciplinaire

UDLT : Unité Ducto-Lobulaire Terminale

## **PARTIE 1 : INTRODUCTION**

### **1. Généralités sur le cancer du sein**

#### **1.1. Épidémiologie**

En France, en termes de fréquence, le cancer du sein est le premier cancer et la première cause de décès par cancer chez la femme. Alors que depuis 1990, son incidence augmente et sa mortalité baisse, 58 459 nouveaux cas ont été diagnostiqués en 2018, en France métropolitaine, avec une mortalité estimée à 12 146 décès (1) .

Le taux de survie à 5 ans est actuellement de 88 %, et de 76 % à 10 ans, en France métropolitaine.

Il existe une disparité démographique avec six régions ayant une incidence supérieure à la moyenne nationale ( $\geq 4$  %) : l'Île de France, les Pays de la Loire, le Nord-Pas de Calais, la Picardie, Provence-Alpes-Côte d'Azur et le Centre.

Deux régions ont également un taux de mortalité supérieur à la moyenne nationale : Nord-Pas de Calais et Picardie (2).

Notre région est donc particulièrement touchée par le cancer du sein chez les femmes, que ce soit en termes d'incidence ou de taux de mortalité.

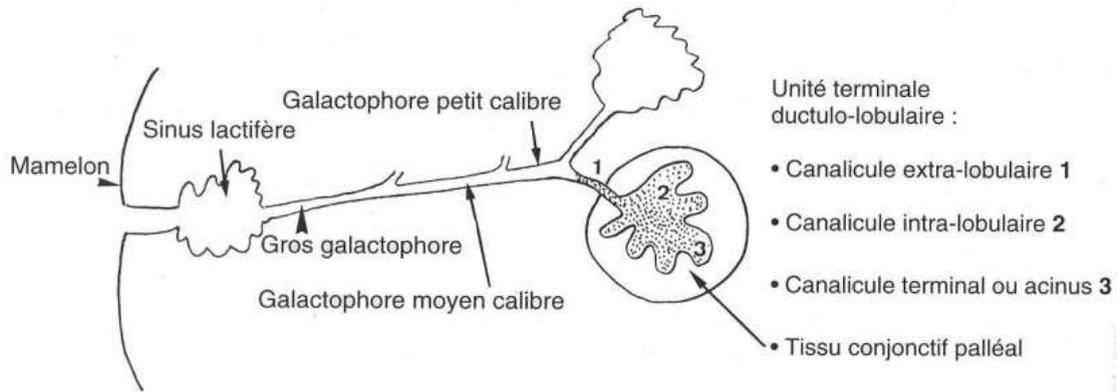
Les principaux facteurs de risque connus du cancer du sein sont l'âge, la prédisposition génétique, les antécédents familiaux de cancer du sein, les antécédents personnels d'irradiation thoracique avant l'âge de 30 ans, de cancer du sein ou de lésion à risque (hyperplasie canalaire atypique et carcinome lobulaire in situ).

Dans 90 % des cas, le diagnostic de cancer du sein est fait à l'occasion d'un examen de dépistage chez une patiente asymptomatique et seulement dans 10 % des cas dans un contexte clinique évocateur. Ceci souligne donc bien l'intérêt du dépistage organisé (3).

## **1.2. Rappels anatomiques du sein**

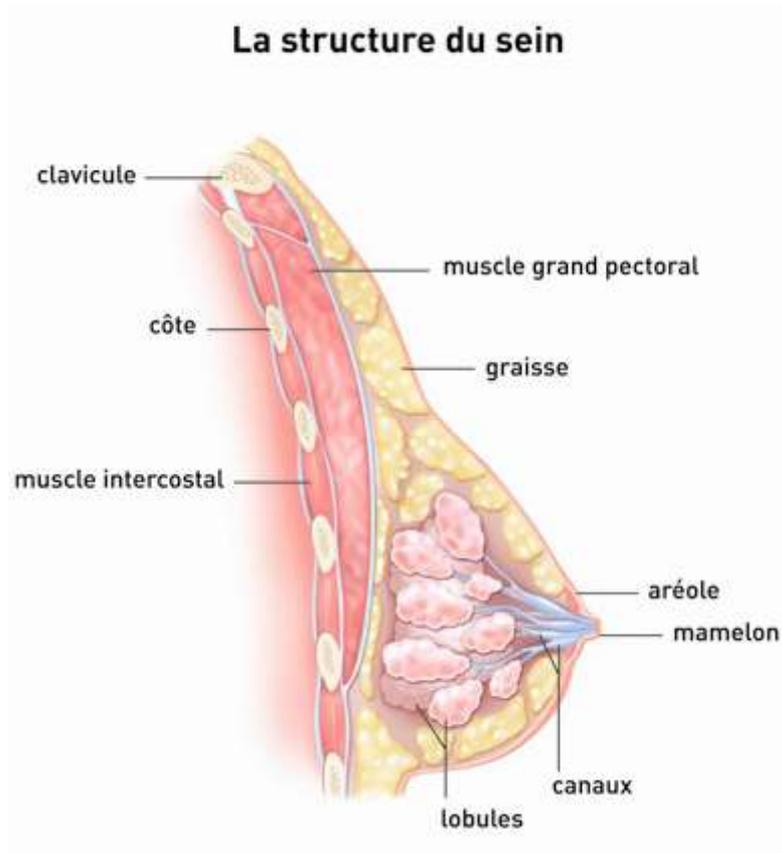
Histologiquement, la glande mammaire est une glande exocrine tubulo-alvéolaire, voisine des glandes sudoripares, et adaptée à la production de lait. C'est une glande à sécrétion holo-méocrine ou apocrine (4,5).

*L'anatomie segmentaire* montre que la glande mammaire est constituée de 10 à 20 lobes subdivisés en 20 à 40 lobules. Chaque lobe se draine par un canal principal s'abouchant au mamelon et s'arborisant en branches segmentaires et sous-segmentaires. Ces branches segmentaires et sous-segmentaires donnent naissance aux canaux terminaux. Chacun de ces canaux terminaux, composés d'un segment intralobulaire et d'un segment extralobulaire, draine de 10 à 100 acini. Le lobule est constitué du canalicule intralobulaire et d'un système complexe de fins canaux se terminant dans des structures borgnes appelées acini. L'unité ducto lobulaire (ou ductulo-lobulaire) terminale (UDLT), unité fonctionnelle glandulaire du sein, est constituée du lobule et du canalicule extralobulaire. Les cellules épithéliales sont de deux types, à la fois dans les canaux et les lobules : les cellules glandulaires et les cellules myoépithéliales. Le stroma intralobulaire entoure les acini dans l'UDLT tandis que le stroma interlobulaire entoure les canaux galactophoriques et les UDLT. La majorité des lésions bénignes et malignes se développent à partir de cette UDLT.



**Figure 1 : Schéma d'une unité ductulo-lobulaire terminale (selon Travade (6) ).**

*L'anatomie zonale* de la glande mammaire décrit d'avant en arrière : les téguments et le complexe aréolo mamelonnaire, la lame grasseuse antérieure, le parenchyme fibroglandulaire (constitué des structures canalaire, lobulaires et des stroma inter et intra lobulaires), la lame adipeuse rétroglandulaire, les structures pariéto-thoraciques et la région axillaire.



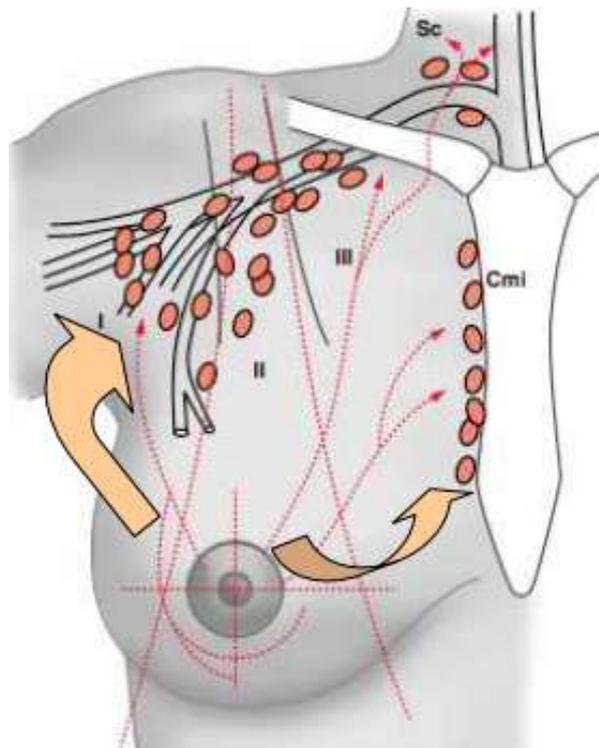
**Figure 2** : Représentation d'une coupe sagittale avec visualisation des structures composant le sein (d'après le site de l'Institut National du Cancer (INCA) (5) ).

*L'anatomie topographique* divise la glande mammaire en quatre quadrants : supéro-externe (localisation la plus fréquente des cancers du sein), supéro-interne, inféro-interne et inféro-externe associés aux régions rétroaréolaire et axillaire. Il est également décrit, d'avant en arrière, trois zones : superficielle, moyenne et profonde.

Le sein est vascularisé par trois pédicules artériels supérieurs à distribution superficielle : supéro-externe venant de l'artère thoracique latérale, supéro-médian venant de l'artère acromio-thoracique, supéro-interne par l'artère mammaire interne. Il reçoit deux pédicules inférieurs à distribution profonde : inféro-externe par les artères intercostales et inféro-interne par l'artère mammaire interne. On décrit deux

réseaux superficiels (derme et espace graisseux pré-glandulaire) et un réseau profond rétro-glandulaire. Ces réseaux sont richement anastomosés entre eux. Le réseau veineux est satellite de l'artériel.

La majorité du drainage lymphatique mammaire se fait par les troncs latéraux et médiaux qui s'étendent de l'aréole vers la région axillaire, puis de la région axillaire vers les troncs lymphatiques sous-claviculaires. Le reste du drainage se fait par la voie mammaire interne. Les ganglions axillaires se répartissent en 3 étages (Étages de Berg) selon leur topographie par rapport au muscle petit pectoral. Les autres groupes sont satellites des artères thoraciques externe et interne. Cela souligne l'importance de systématiquement compléter l'échographie mammaire par une échographie du creux axillaire.



**Figure 3 : Schéma du drainage lymphatique du sein d'après Cabarrot (7).**

Légende : I, II, III : aires ganglionnaires de Berg ;  
Sc : sus-claviculaire ; Cmi : Chaîne mammaire interne.

### 1.3. Rappels de la physiopathologie des néoplasies

Le terme de néoplasie désigne une prolifération cellulaire excessive aboutissant à une masse tissulaire ayant tendance à persister et à croître, témoignant de son autonomie biologique (8).

Elle est due à une anomalie génétique non corrigée par les gènes suppresseurs de tumeurs et les gènes contrôlant l'intégrité de l'ADN.

La cellule devient alors hors de contrôle et acquiert de nouvelles propriétés : capacité de générer ses propres signaux mitogènes, résistance aux signaux externes d'inhibition de la croissance, prolifération illimitée, infiltration des tissus adjacents puis apparition d'une néo-vascularisation (angiogenèse).

C'est cette dernière propriété acquise qui nous intéressera afin de mieux comprendre le principe de l'angiomammographie.

Les carcinomes in situ sont des proliférations de cellules cancéreuses sans envahissement de la membrane basale.

Les carcinomes invasifs concernent les proliférations des cellules cancéreuses avec franchissement de la membrane basale.

Concernant les néoplasies mammaires :

- Les cancers infiltrants de type non spécifique (canalaire) sont les plus fréquents et concernent 80 % des cas avec une progression lente.

- Les cancers lobulaires infiltrants concernent 10 à 15 % des cas et ont une propagation infiltrante progressive entraînant un retard diagnostique.

Les autres types histologiques sont très rares et non abordés ici.

Les facteurs immunohistochimiques prédictifs et pronostiques du cancer du sein sont : les récepteurs hormonaux (œstrogène et progestérone), l'index de prolifération Ki67 et l'oncoprotéine HER2.

Les récepteurs hormonaux (œstrogène, progestérone) sont des facteurs de transcription nucléaire par des sites de liaison spécifique au niveau de l'ADN.

Le Ki67 est une protéine intranucléaire située dans le cortex nucléaire des cellules et exprimée tout au long du cycle cellulaire (en G1, S, G2 et M). L'expression de Ki67 est détectée par immunohistochimie pour évaluer le niveau de prolifération cellulaire dans les tissus. Plus il y a de prolifération de cellules, plus le rapport Ki67 est élevé. Le seuil de 25 % comme critère de pronostic semble être fixé dans les néoplasies mammaires (9).

Le HER2 est une protéine transmembranaire ayant un rôle dans la régulation de la prolifération cellulaire. Sur certaines cellules tumorales, il existe une augmentation du nombre de récepteurs HER2 à leur surface. On effectue une évaluation quantitative (en % de cellules infiltrantes marquées) et qualitative (intensité et caractère complet ou non du marquage). Le statut HER2 de la lésion tumorale peut changer au cours des traitements ou lors de l'évolution naturelle de la tumeur. Une thérapie ciblée anti-HER2 peut être proposée en cas de surexpression de HER2 (10).

#### 1.4. Examen clinique

L'examen clinique sénologique est bilatéral et symétrique, comportant une inspection et une palpation des seins réalisée idéalement en position debout puis couchée.

L'inspection permet de chercher une augmentation du volume mammaire, une asymétrie de volume, des signes cutanés associés (rougeur localisée ou étendue à l'ensemble du sein, œdème cutané avec un aspect de « peau d'orange », ulcération), une modification du galbe, un méplat, une rétraction cutanée ou une anomalie de la plaque aréolo-mamelonnaire (Maladie de Paget du sein).

La palpation permet de percevoir une éventuelle masse qui doit être localisée et caractérisée. Les éléments en faveur d'une lésion maligne sont : une consistance ferme ou dure, des contours irréguliers et une faible mobilité par rapport aux plans superficiels et/ou profonds.

Un écoulement mamelonnaire d'apparition récente, spontané, unilatéral, unipore, persistant et à contenu séreux ou sanglant est également suspect notamment s'il est associé à une masse.

La découverte d'adénopathie axillaire unilatérale doit également alerter et nécessite un bilan complémentaire.

Un sein inflammatoire en dehors d'un contexte d'allaitement ou infectieux doit attirer l'attention.

Devant l'existence d'un de ces signes évocateurs de lésion maligne, un bilan d'imagerie dédié est réalisé comportant une mammographie et une échographie mammaire pour les patientes de plus de 35 ans.

Pour les patientes de moins de 35 ans, une échographie mammaire est indiquée en première intention avec une mammographie à discuter en fonction des données cliniques.

### **1.5. Dépistage organisé en France**

En France, le dépistage organisé du cancer du sein dans la population générale est régi par l'arrêté du 29 septembre 2006 (11) et modifié par l'arrêté du 22 février 2019 (12).

Ce dépistage concerne les patientes âgées de 50 à 74 ans, sans symptômes cliniques évocateurs d'une lésion maligne et sans antécédents les classant dans les groupes à risque intermédiaire ou à haut risque.

Pour les patientes appartenant aux groupes à risque intermédiaire ou à haut risque, une stratégie de surveillance particulière est mise en place.

Le groupe à risque intermédiaire est composé des patientes ayant un antécédent personnel de lésions histologiques à risque (hyperplasie canalaire atypique, carcinome lobulaire in situ et hyperplasie lobulaire atypique) et des patientes ayant un antécédent personnel de cancer du sein ou de carcinome canalaire in situ.

Le groupe à haut risque est composé des patientes ayant une mutation génétique à haut risque ou un antécédent d'irradiation thoracique médicale à haute dose.

Actuellement, les centres régionaux de coordination des dépistages (CRCDC) envoient un courrier d'invitation personnalisé aux femmes âgées de 50 à 74 ans comportant une liste de radiologues agréés avec leurs coordonnées (dits « premiers lecteurs »).

L'examen comprend une mammographie avec deux incidences par sein (face et oblique externe) ainsi qu'un examen clinique des seins. Il est pris en charge à 100 % par l'assurance maladie, sans avance de frais.

Lorsqu'une anomalie est décelée (classée au moins ACR 3), un bilan diagnostique immédiat complémentaire est réalisé.

Si aucune anomalie suspecte est décelée (ACR 1 ou 2), la mammographie est adressée à un second radiologue (dit « deuxième lecteur ») afin de s'assurer de la qualité des clichés et d'effectuer une seconde lecture.

Dans le cas d'un Cliché Techniquement Insuffisant (CTI), la patiente est reconvoquée afin de refaire les clichés nécessaires.

Dans le cas d'une anomalie visualisée par le deuxième lecteur, la patiente est reconvoquée afin de compléter le bilan en fonction de l'anomalie visualisée.

Les radiologues impliqués dans le dépistage doivent respecter le cahier des charges national avec notamment : satisfaire aux obligations de formation initiale, assurer le contrôle technique des appareillages, et justifier d'un certain volume d'activité (minimum de 500 mammographies par an pour un radiologue premier lecteur et un minimum de 1500 mammographies par an pour le deuxième lecteur).

## **1.6. Techniques d'imagerie dans le cancer du sein**

La mammographie est l'examen de première intention lors d'une découverte d'une lésion mammaire.

L'échographie mammaire et l'Imagerie par Résonance Magnétique nucléaire (IRM) sont des examens de seconde intention, en fonction des résultats obtenus.

A noter qu'aucun bilan d'extension à la recherche de métastases viscérales ou osseuses n'est systématique.

### **1.6.1. Mammographie**

#### 1.6.1.1. Généralités

Depuis 2019 (12), la mammographie analogique est interdite en dépistage organisé, laissant place à la mammographie numérique soit avec des écrans radioluminescents à mémoire (Technologie CR) soit beaucoup plus fréquemment, des détecteurs plans plein champ (Technologie DR).

Chaque mammographe est composé d'un statif permettant le déplacement vertical et en rotation d'un bras comportant le tube à rayons X, la palette de compression et un potter sur lequel est positionné le sein. Ce potter contient une grille anti-diffusion, un détecteur et une cellule d'exposition automatique.

Actuellement, un cliché standard de mammographie a des constantes automatiques à 25-30 KV et 50-80 mAs.

La dose glandulaire moyenne (DGM) évalue la dose absorbée par le sein à chaque incidence réalisée, sein comprimé. Elle est calculée automatiquement sur les mammographes numériques. Dans la décision du 15 janvier 2020 fixant les modalités de contrôle de qualité des installations de mammographie numérique,

l'ANSM (Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé) fixe des critères d'acceptabilité de DGM selon l'épaisseur du sein (Tableau 1).

Les Niveaux de Références Diagnostiques (NRD) correspondant au 75e percentile des doses dosimétriques transmises à l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire) pour une incidence est de 1,6 mGy. La Valeur Guide Diagnostique (VGD) correspondant à la médiane des doses dosimétriques transmises à l'IRSN est de 1,3 mGy par incidence.

Épaisseur de sein équivalente (mm)	Dose glandulaire moyenne maximale (mGy)
20	1,2
30	1,4
40	1,8
50	2,2
60	2,7
70	3,3
80	4,1
90	5,1

**Tableau 1 : Critères d'acceptabilité DGM maximale selon l'épaisseur du sein (Décision du 15/01/2020 de l'ANSM)**

Les deux principales incidences réalisées au cours d'un bilan standard sont un cliché de face (ou cranio-caudal) et un cliché oblique externe (ou médio-latéral oblique).

Afin de s'assurer de l'interprétabilité des clichés, des critères de qualité existent :

- Incidence de face : visualisation de la graisse rétro pectorale, mamelon centré et projeté hors du sein, absence de pli cutané et de façon inconstante, visualisation du bord antérieur du muscle pectoral.

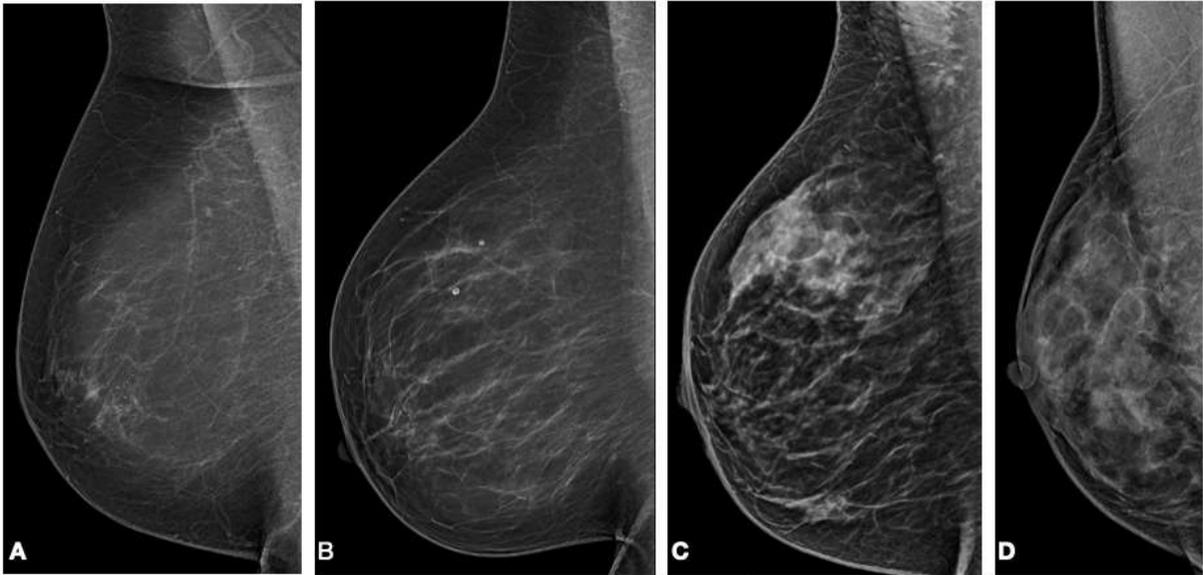
- Incidence oblique externe : visualisation de la graisse rétro glandulaire, muscle pectoral visible jusqu'à hauteur du mamelon, absence de pli cutané, mamelon projeté en dehors du sein et sillon sous mammaire visible.

Lors de la détection d'une lésion suspecte à la mammographie, il est possible de compléter par de nouvelles incidences telles que des clichés localisés avec compression centrée, des clichés en agrandissement ou une tomosynthèse pour une meilleure caractérisation et classification des lésions.

#### 1.6.1.2. Sémiologie

Lors de la lecture d'une mammographie, la première étape consiste à déterminer la densité mammaire à travers la classification suivante (13,14):

- Type A = Seins presque entièrement graisseux (<25 % de tissu glandulaire) ;
- Type B = Opacités fibro-glandulaires dispersées (25 à 50 % de tissu glandulaire) ;
- Type C = Tissu mammaire dense et hétérogène (50 à 75 % de tissu glandulaire) pouvant masquer de petites masses et
- Type D = Tissu mammaire très dense (> 75 % de tissu glandulaire) qui diminue la sensibilité de la mammographie.



**Figure 4** : Densité mammaire sur des mammographies en incidence oblique externe de sein droit.

Légende : A. = Type A ; B = Type B ; C = Type C ; D = Type D.

La classification *Breast Imaging- Reporting And Data System* (BI-RADS) de l'*American College of Radiology* (ACR) (13) permet de standardiser la caractérisation des lésions.

En mammographie, les lésions suspectes a priori sont les masses, les distorsions architecturales et les microcalcifications.

Les seins sont divisés en quadrants : quadrant supéro-interne ; quadrant supéro-externe ; quadrant inféro-externe et quadrant inféro-interne. Parfois, deux autres quadrants sont ajoutés : zone rétro-mamelonnaire et aire axillaire.

A noter que la multifocalité correspond à plusieurs lésions dans un même quadrant tandis que la multicentricité correspond à plusieurs lésions dans des quadrants différents.

### 1.6.1.3. Classification ACR

La Haute Autorité de Santé (HAS) a publié en 2002 une classification des images mammographiques en fonction du degré de suspicion de leur caractère pathologique (15) reprenant la classification BI-RADS (Annexe 1).

De cette classification découle la prise en charge des patientes, résumée dans le tableau ci-dessous (Tableau 1).

Classification BI-RADS / ACR	Signification	Conduite à tenir
0	Lésion non classable	Poursuite d'investigation par échographie et/ou IRM mammaire
1	Mammographie normale	Surveillance standard
2	Anomalie bénigne	Surveillance standard
3	Anomalie probablement bénigne	Surveillance rapprochée
4	Anomalie indéterminée ou suspecte	Biopsie
5	Anomalie évocatrice de cancer	Biopsie

**Tableau 2 : Classification BI-RADS en mammographie**

A noter qu'un examen classé ACR 0 signifie que le bilan est incomplet avec une lésion inclassable à ce stade. Il faut donc poursuivre le bilan jusqu'à être en mesure de classer la lésion de 1 à 5.

Un examen classé ACR 6 signifie qu'il s'agit d'un cancer prouvé histologiquement.

Un examen classé ACR3 nécessite une surveillance rapprochée pendant deux ans maximum avant de reclasser la lésion en fonction de l'évolutivité.

Cette même classification ACR est superposable à l'échographie et à l'IRM avec les mêmes prises en charge.

### **1.6.2. Echographie mammaire**

#### 1.6.2.1. Généralités

L'échographie mammaire est réalisée en première intention dans le bilan d'un symptôme clinique chez les patientes jeunes ou enceintes.

Elle est réalisée en seconde intention lorsqu'on observe une densité de type C ou D en mammographie, pour compléter le bilan d'une anomalie détectée en mammographie ou de « second-look » après une IRM.

Elle permet également une meilleure localisation avec une détermination de la topographie par quadrant et la distance au mamelon.

Elle consiste en un balayage quadrant par quadrant de l'ensemble de la glande mammaire avec une sonde échographique linéaire à haute fréquence. Elle permet également d'explorer les creux axillaires pour la recherche d'éventuelles adénopathies.

#### 1.6.2.2. Sémiologie

Tout comme pour la mammographie, la première étape en échographie mammaire consiste à déterminer la composition du sein : graisseux homogène, dense homogène ou dense hétérogène.

De la même façon, il existe également un lexique permettant de caractériser les lésions et de les classer par la suite selon la classification BI-RADS en masses (forme, orientation, contours, échogénicité et renforcement postérieur), calcifications (dans ou hors d'une masse) et éléments associés comme les distorsions

architecturales, les anomalies cutanées et canalaies, l'œdème, la vascularisation et les données élastographiques.

Les microcalcifications sont souvent difficilement détectées en échographie. Les masses et les distorsions architecturales peuvent être visualisées et permettent une confrontation à la mammographie.

La présence d'une atténuation postérieure, non présente en mammographie, est un argument en faveur d'une lésion maligne.

### **1.6.3. IRM mammaire**

#### 1.6.3.1. Généralités

L'IRM mammaire est l'examen ayant la meilleure sensibilité (89-94 %) avec une spécificité comprise entre 64 et 77 % (16) donc un taux de faux positif non négligeable.

De ce fait, l'IRM mammaire est réservée à un nombre limité d'indications en France (17) :

- Dépistage du cancer du sein chez les femmes à haut risque.
- Discordance radio-clinique.
- Bilan d'extension loco-régional dans certaines situations :
  - Discordance radio-clinique entre la mammographie et l'échographie concernant l'extension et/ou l'évaluation de taille de la tumeur ET pouvant entraîner une modification de la prise en charge.
  - Haut risque de multifocalité : patientes à haut risque ; carcinome lobulaire invasif ; âge < 40 ans.

- Choix thérapeutiques difficiles (oncoplastie, chirurgie conservatrice, mastectomie).
- Avant et après une chimiothérapie néoadjuvante.
- Suspicion de récurrence d'un cancer du sein traité chirurgicalement.
- Contrôle de prothèses mammaires.

L'IRM comporte quelques contre-indications telles que la présence de corps étrangers métalliques et la claustrophobie sévère.

Elle consiste en la réalisation minimum d'une séquence pondérée en T1, une séquence pondérée en T2 permettant d'évaluer la morphologie et des séquences dynamiques pondérées en T1 permettant d'évaluer la dynamique de rehaussement, reflet de la néo-angiogenèse tumorale.

Afin d'éviter un rehaussement de fond élevé pouvant gêner l'interprétation, il est important de réaliser l'IRM en première partie de cycle idéalement entre le 8<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> jour.

#### 1.6.3.2. Sémiologie

Tout comme pour les examens d'imagerie précédents, l'interprétation commence par l'appréciation de la richesse du tissu fibroglandulaire : sein grasseux, tissu fibro-glandulaire rare, tissu fibro-glandulaire hétérogène et tissu fibro-glandulaire extrêmement abondant (18).

Ensuite, nous devons analyser le rehaussement glandulaire de fond (matriciel) pour connaître son niveau (minime, moyen, modéré ou élevé) et s'il est symétrique ou non.

L'estimation de la richesse du tissu fibroglandulaire, du volume et de l'intensité du rehaussement matriciel est purement visuelle et non quantifiable.

De même, un lexique de la classification BI-RADS existe en IRM pour caractériser les lésions.

Ainsi en IRM, nous décrivons des foyers (focus, foci), des masses et des rehaussements non masse, avec des critères morphologiques (formes, contours), de distribution ainsi qu'une description du rehaussement.

Les courbes représentant la cinétique de rehaussement après injection de produit de contraste (*Region Of Interest* - ROI) permettent d'avoir des arguments supplémentaires en faveur d'une lésion maligne ou bénigne, elles sont de trois types :

- Type 1 correspondant à un rehaussement lent ( $\leq 50$  % avant la deuxième minute après injection) et progressif.
- Type 2 correspondant à un rehaussement initial rapide puis en plateau.
- Type 3 correspondant à un rehaussement initial rapide intense (plus de 100 % d'intensité du signal) puis un phénomène de lavage (diminution de plus de 10 % d'intensité du signal) au temps tardif.

Les courbes de rehaussement de type 1 correspondent en majorité à des lésions bénignes et les courbes de type 3 en majorité à des lésions malignes.

#### **1.6.4. Biopsie percutanée mammaire**

Lorsqu'une lésion est classée ACR 4 ou ACR 5, le bilan doit être complété par une biopsie mammaire percutanée pour obtenir une preuve histologique.

Deux types de prélèvements sont possibles :

- Microbiopsie : aiguille de petit calibre ( $\leq 14$  G), nécessitant quatre prélèvements. Elle est réservée aux biopsies de masses ou de distorsions architecturales.
- Macrobiopsie : aiguille de gros calibre ( $\geq 12$ G) associée à une aspiration, nécessitant six à douze prélèvements. Elle est réservée aux biopsies des lésions non masse.

La modalité d'imagerie choisie pour effectuer les prélèvements dépendra de la visibilité ou non de la lésion et de son accessibilité tout en favorisant l'échographie en première intention, puis la mammographie et en dernier recours l'IRM.

### **1.7. Traitement**

La proposition de traitement est établie au cours d'une réunion de concertation pluridisciplinaire après confirmation histologique et bilan loco-régional (19).

- **Carcinome canalaire in situ**

Le traitement est principalement loco-régional et comporte :

- Soit une chirurgie mammaire conservatrice (tumorectomie) associée à une radiothérapie.
- Soit une chirurgie mammaire non conservatrice (mastectomie) pouvant être associée à une exérèse du ganglion sentinelle.

- **Carcinome infiltrant non métastatique**

Le traitement est principalement loco-régional et repose sur :

- Soit une chirurgie mammaire conservatrice (mastectomie partielle) associée à une exérèse du ganglion sentinelle ou un curage ganglionnaire et complétée d'une radiothérapie.

- Soit une chirurgie mammaire non conservatrice (mastectomie) associée à une exérèse du ganglion sentinelle ou à un curage ganglionnaire. Le traitement par radiothérapie est discuté au cas par cas.

Une chimiothérapie peut être également discutée en présence de facteurs de risque de récurrence.

L'hormonothérapie est toujours indiquée si la tumeur est hormonosensible.

La thérapie ciblée est également toujours indiquée si la tumeur est HER2 positive.

- **Carcinome métastatique**

Le traitement repose sur une chimiothérapie associée à une éventuelle thérapie ciblée et / ou une hormonothérapie en fonction des caractéristiques histologiques de la tumeur.

## 2. L'angiommammographie

### 2.1. Techniques

#### 2.1.1. *Technique temporelle*

Il s'agit de la première technique développée dont la première description date de 1984 (20). A partir des années 2000, la technique est améliorée et la première étude fut publiée en 2003 par Lewin & al (21). De nos jours, cette technique n'est plus utilisée et a été remplacée par la technique en double énergie.

Elle reposait sur l'acquisition de clichés à haute énergie (45-49 kV). Une voie veineuse périphérique était posée sur le bras controlatéral du sein pathologique.

Ensuite, la patiente était installée afin d'obtenir un cliché masque avant injection avec une compression mammaire diminuée en comparaison aux mammographies standard (5 kN contre 8-10 kN).

Une fois cette acquisition obtenue, sein toujours comprimé, un bolus de 100 ml de produit de contraste iodé était administré à un débit de 3 ml/s. Des acquisitions étaient ensuite effectuées à 30 secondes, 90 secondes, 150 secondes, 240 secondes, 330 secondes et 420 secondes, sein comprimé. Par la suite, on obtenait des clichés soustraits par rapport à l'image masque obtenue avant injection.

La durée totale de l'examen était estimée à 15 minutes pour une dose totale de 1-4 mGy.

Cette méthode permettait une analyse de la cinétique de rehaussement tout comme en IRM mammaire. Toutefois, elle ne permettait l'analyse que d'un sein et d'une incidence par injection. De plus, en raison de la compression prolongée, il était fréquent d'avoir des artefacts cinétiques.

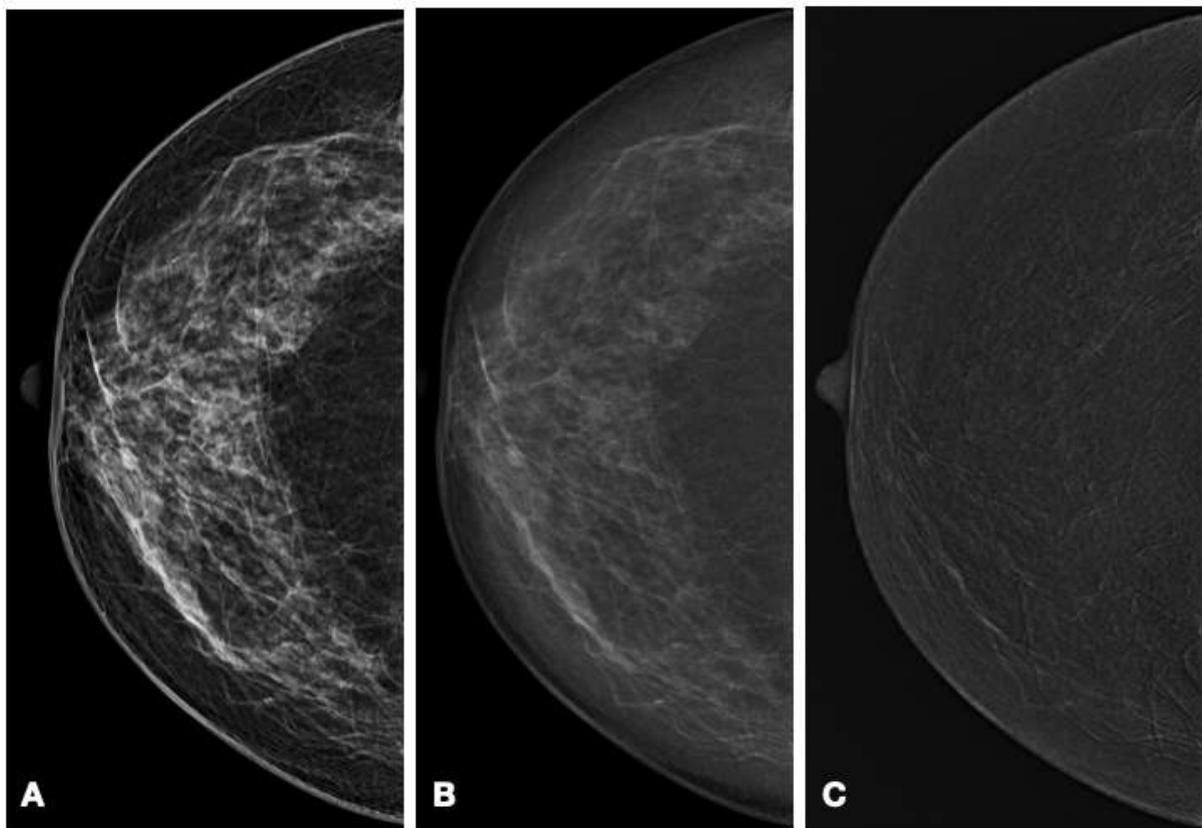
### **2.1.2. Technique en double énergie**

Suite aux contraintes exposées ci-dessus, la technique en double énergie a remplacé la technique temporelle et c'est la seule utilisée en pratique courante de nos jours (22). C'est cette dernière qui a été mise en place au Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Lille.

Elle se base sur la réalisation de clichés à différentes énergies : une à basse énergie (26-32 kV) et une à haute énergie (45-49 kV).

L'acquisition à basse énergie permet d'obtenir un cliché équivalent à une mammographie numérique standard. L'acquisition à haute énergie est non interprétable. C'est la recombinaison des clichés d'acquisition à basse et haute énergie qui permet d'avoir la mise en évidence de rehaussement.

Elle fournit donc une information à la fois morphologique (cliché de basse énergie) et fonctionnelle (cliché de recombinaison).



**Figure 5 : Cliché en incidence de face du sein droit sans lésion suspecte.**

**Légende : A : cliché en basse énergie équivalent à une mammographie standard.**  
**B : cliché en haute énergie, non interprétable.**  
**C : cliché recombinaison permettant de visualiser un éventuel rehaussement.**

La durée totale des acquisitions varie selon le nombre d'incidences réalisées (30 secondes environ par incidence) ce qui permet de réduire la durée de compression et donc les artefacts cinétiques.

Le pourcentage de dose supplémentaire pour une incidence d'angiommammographie est de 20 à 50 % par rapport à la mammographie numérique standard.

Cette nouvelle technique ne permet pas d'obtenir de courbe de rehaussement car il s'agit de séquence fixe, non dynamique.

## **2.2. Rappels des bases physiques des rayons X**

La mammographie est une imagerie de radiologie conventionnelle basée sur la production et l'émission de rayons X (23,24).

Le rayon X est défini comme une onde électromagnétique produite par la décélération d'électrons hors du noyau atomique.

### **2.2.1. Production des rayons X en imagerie médicale**

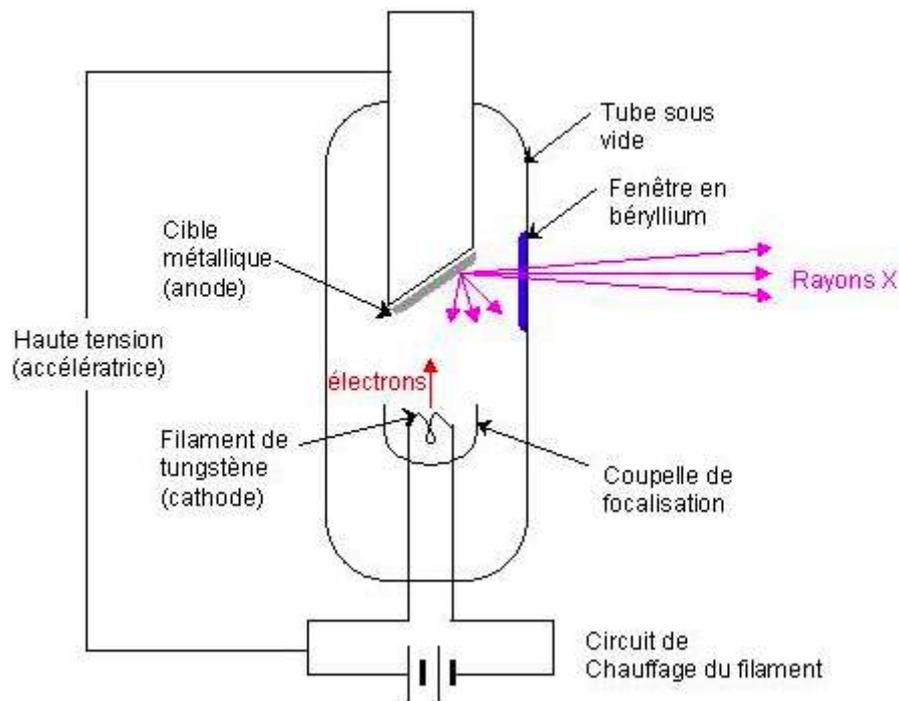
La production des rayons X en imagerie médicale a lieu dans un tube à rayons X, appelé également Tube de Coolidge.

Ce tube est constitué d'une cathode (filament le plus souvent en Tungstène) ayant une basse tension et d'une anode en métal (le plus souvent en Tungstène également) ayant une forte tension positive.

Le filament conducteur est chauffé à rouge, responsable d'une production d'électrons (effet thermoïonique).

Ces électrons sont attirés vers une cible métallique portée à une très forte tension positive (anode = anticathode) par rapport au filament (cathode).

La décélération brutale des électrons lors de leur arrivée sur l'anode est responsable de la production d'énergie cinétique.



**Figure 6 : Schéma du fonctionnement d'un tube de Coolidge (d'après l'école d'ingénieurs Télécom Physique Strasbourg (25) ).**

Seulement 1 % de l'énergie cinétique obtenue est convertie sous forme de rayons X, tandis que les 99 % restants sont transformés en énergie thermique.

L'intensité du courant entre l'anode et la cathode est quantifiée en mAs (milliampères par seconde) et détermine l'amplitude du spectre de rayons X sortant du tube.

L'énergie des photons sortant du tube est quantifiée en kiloélectronvolts (keV), valeur directement dépendante de la tension entre anode et cathode. La tension

entre anode et cathode détermine l'énergie de chaque photon du spectre de rayons X.

### **2.2.2. Atténuation des rayons X**

Le spectre de photons obtenu à la sortie d'un tube à rayons X se propage à travers un milieu matériel et peut être soit dévié par les atomes du milieu (phénomène de diffusion), soit absorbé. En imagerie, c'est le phénomène d'absorption des rayons X qui est mis en jeu. En traversant le patient, le faisceau de rayons X est atténué (effet photoélectrique ou effet Compton) en fonction des structures traversées.

L'atténuation dépend de la nature de chaque atome traversé ainsi que de l'énergie du faisceau de rayons X incident.

L'atténuation des photons à travers les différents tissus est ensuite quantifiée par un détecteur.

#### **2.2.2.1. Effet photoélectrique**

L'effet photoélectrique est le mécanisme d'atténuation qui prédomine aux faibles énergies (<50 keV).

Le photon X donne toute son énergie afin d'expulser un électron d'un atome de la matière traversée. L'énergie cinétique de l'électron expulsé est égale à l'énergie du rayon incident moins l'énergie de liaison de la couche électronique.

Le coefficient d'atténuation  $\mu_{\text{photoélectrique}}$  est défini comme :

$$\mu_{\text{photoélectrique}} = k \times d \times Z^3 / E^3$$

où k = constante ; d = densité ; Z = numéro atomique et E = énergie des photons.

De faibles variations du numéro atomique de l'atome sont responsables de grandes variations du coefficient d'atténuation  $\mu_{\text{photoélectrique}}$ , surtout à basse énergie.

Ainsi, les atomes possédant un numéro atomique Z bas (la plupart des atomes des tissus mous et de l'eau) sont peu atténués par l'effet photoélectrique.

A contrario, l'iode qui possède un Z élevé (Z = 53) est plus sensible à l'effet photoélectrique.

#### 2.2.2.2. Effet Compton

L'effet Compton est le mécanisme d'atténuation qui prédomine aux fortes énergies (>100 keV).

L'effet Compton est mis en jeu lorsque l'énergie du photon X est supérieure à l'énergie d'expulsion des électrons de la couche K en dehors du nuage électronique. Dans ce cas, le photon X ne peut transférer toute son énergie à un électron et seule une partie est donnée à l'électron expulsé. Le photon X diffusé est ainsi dévié avec une énergie inférieure et peut rencontrer d'autres atomes avec lesquels il va réagir.

Le coefficient d'atténuation  $\mu_{\text{Compton}}$  est défini comme :

$$\mu_{\text{Compton}} = k \times d / E^{0.3}$$

où k = constante ; d = densité et E = énergie du photon.

Contrairement au coefficient d'atténuation  $\mu_{\text{photoélectrique}}$ , le coefficient d'atténuation  $\mu_{\text{Compton}}$  ne dépend pas du numéro atomique Z, ce qui entraîne une faible variation entre les tissus mous.

L'effet Compton dépend essentiellement de la densité de la matière.

### 2.3. Principe de l'angiomammographie double énergie

Le principe d'acquisition à double énergie a été initialement introduit en scanner, notamment en imagerie thoracique et en imagerie ostéo-articulaire (26,27).

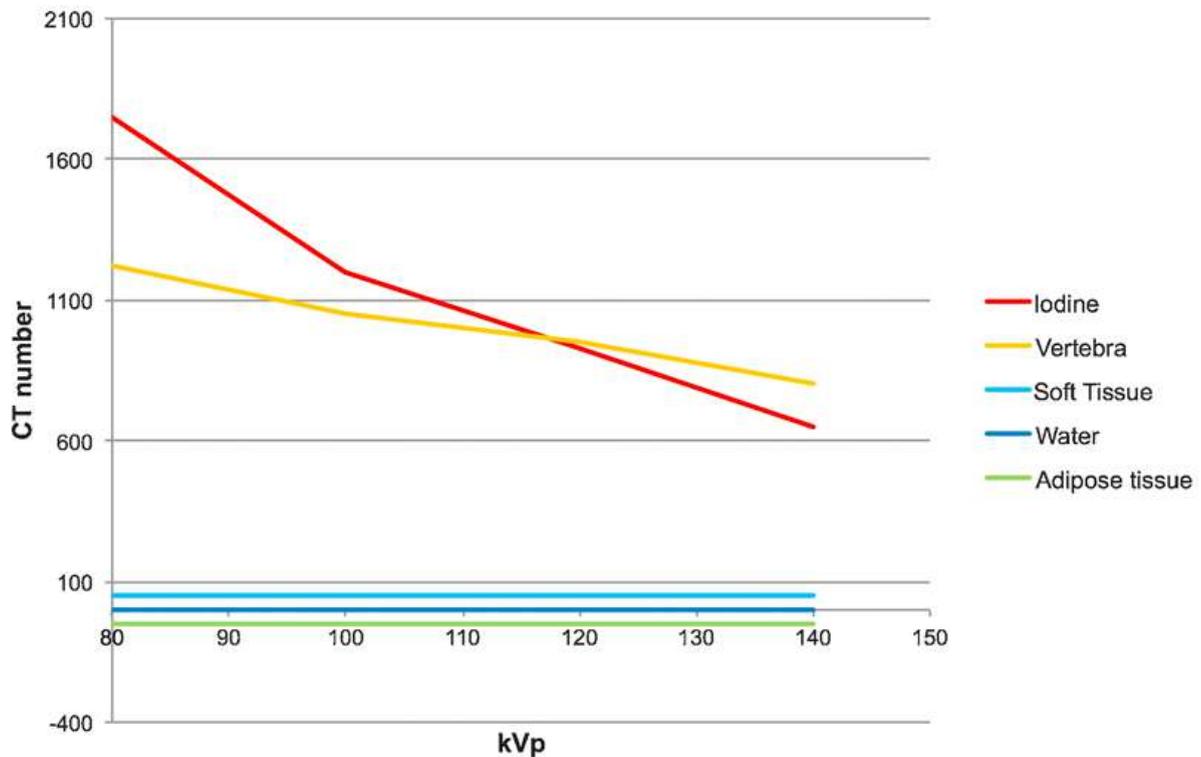
Les matériaux traversés (os, tissus mous, tissu adipeux) présentent une atténuation différente en fonction du niveau d'énergie des rayons X, surtout s'ils ont un numéro atomique Z élevé.

Les matériaux ayant un numéro atomique Z bas (tels que les tissus mous et l'eau) dépendent peu de l'effet photoélectrique et donc leur coefficient d'atténuation ne varie pas de façon significative selon l'énergie des rayons X. En revanche, les matériaux à numéro atomique Z élevé (iode notamment) dépendent de l'effet photoélectrique et donc leur coefficient d'atténuation varie fortement en fonction de l'énergie des rayons X.

L'étude en double énergie se base sur les variations de coefficient d'atténuation en fonction de l'énergie des rayons X, exprimée en kilovolt (kV).

De ce fait, si on connaît la courbe d'atténuation de deux matériaux, il est possible de les séparer en utilisant deux faisceaux d'énergie différents. Ainsi, à partir de deux niveaux d'énergie différents pour un voxel donné, on peut déterminer la contribution liée à chaque matériau grâce aux informations obtenues.

Pour obtenir ces informations, il est donc nécessaire de réaliser une acquisition à deux niveaux d'énergie différents de façon simultanée.



**Figure 7 : Degré d'atténuation des différents matériaux (iode, os, tissu mou, eau, tissu adipeux) selon l'énergie du faisceau X.**

**Seuls les matériaux ayant un numéro atomique élevé (iode et calcium) ont une atténuation variable selon l'énergie du rayon X (selon Omoumi et al.)(26) .**

Dans le cas de l'angiommammographie, ce qui nous intéresse est de discriminer les tissus mous (numéro atomique Z bas) du produit de contraste iodé (numéro atomique Z haut).

Le pic d'atténuation des rayons X, nommé K-edge de l'élément, est obtenu quand l'énergie des photons est juste au-dessus de l'énergie de liaison de la couche d'électrons la plus interne des atomes interagissant avec les photons. Quand l'énergie des photons est proche du K-Edge d'un élément, ce dernier absorbe les photons et donc permet une atténuation importante. Le K-Edge de l'iode est de 33,2 KeV.

Ainsi, on obtient un cliché à basse énergie (en dessous de 33,2 KeV) correspondant à un cliché “masque” qui permet l’analyse morphologique et un cliché à haute énergie (au-dessus de 33,2 KeV) qui montre les prises de contrastes.

#### **2.4. Indications**

Depuis 2003, des études relatives à l’angiommographie sont réalisées afin d’établir sa place dans le bilan sénologique.

Selon la revue de la littérature, l’angiommographie semble être une alternative à l’IRM mammaire (28–31) notamment pour :

- Discordance radio-clinique.
- Recherche de multifocalité dans certaines néoplasies mammaires.
- Recherche de récurrence après traitement conservateur.
- Evaluation de la réponse tumorale dans les suites d’une chimiothérapie néo-adjuvante.

Le dépistage des femmes à haut risque ainsi que les suspicions de rupture de prothèse mammaire ne sont pas des indications pour l’angiommographie, en opposition à l’IRM mammaire.

Depuis 2011, l’angiommographie est approuvée par la FDA (Food and Drug Administration) aux Etats-Unis.

Pour la première fois en France, des recommandations intégrant l’angiommographie ont été publiées en octobre 2021 par l’INCA dans son rapport concernant les traitements loco-régionaux des cancers du sein infiltrants non métastatiques (32).

Cette recommandation aborde le bilan initial des cancers du sein infiltrants non métastatiques et propose, comme alternative à l'IRM mammaire, l'angiomammographie dans le bilan d'extension locale de ces néoplasies en raison de ses performances équivalentes.

Le 22 novembre 2021, la HAS a également publié un rapport d'évaluation concernant l'intérêt de l'angiomammographie double énergie dans la stratégie diagnostique du cancer du sein (33) afin d'émettre un avis sur l'inscription de cet acte à la Classification Commune des actes médicaux.

Ce rapport d'évaluation réunissait un groupe de travail composé d'experts du domaine, l'IRSN ainsi que des associations de patientes afin d'effectuer une analyse de la littérature.

Il a été retenu que l'angiomammographie pourrait présenter un intérêt pour :

- Les patientes présentant des contre-indications à l'IRM :
  - Situation d'impasse diagnostique au décours d'exams conventionnels (mammographie et échographie mammaire).
  - Bilan d'extension loco-régional.
  - Evaluation tumorale avant et après une chimiothérapie néoadjuvante.
- Les patientes ne présentant pas de contre-indication à l'IRM :
  - Bilan d'extension loco-régionale ou avant / après chimiothérapie néoadjuvante.
  - Evaluation tumorale avant et après une chimiothérapie néoadjuvante.

En l'absence d'étude de performances plus robuste et notamment d'étude prospective, ces indications n'ont pas été inscrites à la Classification Commune des Actes Médicaux pour le moment.

A noter donc que l'indication d'impasse diagnostique ne semble validée qu'en cas de contre-indication à l'IRM pour la HAS alors que c'est une indication fréquente dans la revue de littérature.

## **2.5. Contre-Indications**

Les contre-indications à l'angiomammographie sont à l'heure actuelle :

- Les contre-indications à l'injection de produit de contraste iodé : Antécédents de réaction à un produit de contraste iodé ; Insuffisance rénale (Débit de Filtration Glomérulaire < 30 ml/min/1,73m<sup>2</sup>) ; Hyperthyroïdie non traitée ou non équilibrée.
- Les contre-indications relatives à l'exposition aux rayonnements X : Patiente présentant une mutation génétique à haut risque de néoplasie ; Grossesse ou allaitement en cours.

## **2.6. Déroulement de l'examen**

L'examen commence par l'accueil de la patiente et le recueil des éventuelles contre-indications. En raison de l'injection de produit de contraste, il est nécessaire d'avoir une équipe comportant au moins deux manipulateurs en électroradiologie.

Actuellement il existe des dispositifs d'évaluation rapide de la fonction rénale permettant d'avoir un résultat semi-quantitatif en moins d'une minute. Cela permet une prise en charge plus rapide des patientes avec une possibilité de programmation dans les jours suivant la mammographie initiale voire dans les suites immédiates.

Une fois ces données recueillies, le déroulement de l'examen est expliqué à la patiente ainsi que les potentiels effets secondaires, notamment les risques d'allergie au produit de contraste iodé.

Afin d'assurer la sécurité des patientes et pouvoir assurer une prise en charge optimale en cas de réaction allergique grave, un chariot d'urgence est disponible à proximité et la présence d'un radiologue est obligatoire.

Une voie veineuse périphérique est posée à la patiente, dans le bras homolatéral ou controlatéral à la lésion principale. La pose est effectuée de préférence dans un fauteuil inclinable afin de pouvoir surélever les jambes en cas de malaise vagal.

Ensuite, soit à l'aide d'un injecteur automatique soit par injection manuelle, on réalise une injection de 1 à 1,5 ml/kg de produit de contraste iodé associé à 20 ml de sérum physiologique à un débit de 3 ml/secondes, sein décomprimé et patiente toujours installée dans le siège (34).

Une fois le bolus de produit de contraste iodé administré, la tubulure est déconnectée et un bouchon de cathéter est mis en place. Ceci permet d'avoir une voie veineuse périphérique disponible en cas de réaction allergique grave.

La patiente est ensuite placée et installée debout, sein comprimé par la plaque de compression comme lors d'une mammographie standard.

Les acquisitions débutent deux minutes après le début de l'injection ou trois minutes après le début de l'injection en cas de mastectomie totale controlatérale à la lésion.

L'ordre d'acquisition des clichés est soit dans l'ordre le plus fréquent dans la littérature : Face controlatérale à la lésion ; Face homolatérale à la lésion ; Oblique homolatérale à la lésion ; Oblique controlatérale à la lésion. L'ordre préconisé par

l'HAS est : Oblique et face homolatérale à la lésion ; Oblique et face controlatérale à la lésion.

Des incidences complémentaires peuvent être ajoutées en fonction des lésions visualisées sur les acquisitions (profil, agrandi, face tournée...).

Au cours et au décours des acquisitions, l'équipe vérifie l'absence de symptômes évocateurs de réaction allergique au produit de contraste (prurit cutané, érythème cutané, difficulté à respirer ou à parler, douleurs abdominales intenses...).

Quinze à vingt minutes après l'injection et en absence de symptômes évocateurs d'effets indésirables, un retrait de la voie veineuse périphérique est effectué.



**Figure 8 : Photographies de M. Rigault (Photographe du CHU de Lille) dans le cadre de la création d'une fiche informative sur l'angiomammographie pour les patientes**

**Légende : A : Mise en place de la voie veineuse périphérique dans un siège inclinable.  
B : Préparation de l'injecteur automatique.  
C : Installation de la patiente pour la réalisation d'un cliché d'angiomammographie.**

## **2.7. Interprétation**

Actuellement, il n'existe aucun lexique de sémiologie de description des lésions observées en angiomammographie, contrairement à la mammographie, l'échographie et l'IRM mammaire où c'est la classification BI-RADS qui est utilisée.

Toutefois, le cliché réalisé en basse énergie est équivalent à un cliché de mammographie standard.

De ce fait, on peut effectuer une description morphologique avec le même lexique que lors d'une mammographie standard (type de densité, caractérisation des lésions selon la classification BI-RADS).

Pour les clichés acquis de la recombinaison des acquisitions de basse et haute énergie, ce sont surtout des données fonctionnelles qui sont obtenues. De ce fait, il semble pertinent de corréliser la description des lésions à celles visualisées en IRM mammaire. Ainsi dans un premier temps il est important de décrire le rehaussement matriciel de fond (symétrique ou asymétrique ainsi que la quantité).

Par la suite nous pouvons décrire des foci, des rehaussements masse et des rehaussements non masse.

## **2.8. Apport de l'angiomammographie**

Par rapport à la mammographie standard :

- L'angiomammographie présente une meilleure sensibilité (35) pour la détection de la lésion principale (Se = 0,94) par rapport à la mammographie (Se = 0,81). De même, l'angiomammographie a une meilleure sensibilité pour détecter la lésion principale et les lésions secondaires associées (0,72 pour l'angiomammographie contre 0,55 pour la mammographie).

En revanche, la spécificité de détection des lésions (principale et secondaires), semble équivalente entre l'angiomammographie (0,94) et la mammographie (0,95).

- En mammographie conventionnelle, la détection de lésions chez des patientes ayant une densité mammaire importante est faible. De ce fait, un complément par échographie mammaire est préconisé, afin d'augmenter la sensibilité.

L'angiomammographie permet toutefois de s'affranchir de ce phénomène et présente une sensibilité augmentée (0,95) par rapport à la mammographie standard (0,52) pour ces patientes (36).

- L'angiomammographie est un examen 2D, tout comme la mammographie, avec les mêmes conditions d'acquisition. Il est facile de superposer l'imagerie conventionnelle (basse énergie) et l'image recombinaison obtenue avec l'acquisition en haute énergie et de vérifier la concordance entre les deux. Cela facilite donc l'interprétation pour le médecin mais également pour les cliniciens (33).

Par rapport à l'IRM :

- Selon une méta-analyse récente (37), l'angiomammographie et l'IRM ont une sensibilité identique (sensibilité à 0,97(0,95-0,98)). Mais l'angiomammographie a une meilleure spécificité (0,66 (0,59-0,71)) par rapport à l'IRM mammaire (0,52 (0,46-0,58)), ce qui implique un taux de faux positifs plus faible en angiomammographie. Ainsi cela éviterait aux patientes une prise en charge supplémentaire (à type de surveillance ou biopsie supplémentaire) et donc améliorerait leur qualité de vie.
- L'IRM ne détecte pas les microcalcifications, visibles essentiellement dans les carcinomes in situ, contrairement à l'angiomammographie (31).
- La majorité des contre-indications à l'IRM est accessible à l'angiomammographie. En effet, la claustrophobie sévère, une invalidité empêchant l'installation dans l'antenne mammaire ou la présence de corps étrangers métalliques non amovibles n'empêchent pas la réalisation d'une angiomammographie.
- L'IRM mammaire est un examen spécialisé, non réalisé dans l'ensemble des centres. De plus, en raison d'un accès difficile, les délais de rendez-vous peuvent être longs. A contrario, l'angiomammographie semble être une bonne alternative car l'examen étant plus court, les délais de rendez-vous sont raccourcis.
- Selon une étude réalisée par Hobbs & al en 2015 (38), l'angiomammographie est mieux acceptée par les patientes que l'IRM mammaire. En effet, les patientes sont plus anxieuses au cours de l'IRM mammaire en raison d'une moins bonne tolérance de la compression mammaire, d'une durée d'examen plus longue, d'une installation moins confortable et d'un bruit plus important,

contrairement à l'angiomammographie. Toutefois à noter que lors de cette étude, les patientes ont indiqué préférer l'injection de produit de contraste au cours de l'IRM plutôt qu'au cours de l'angiomammographie.

- Selon une étude américaine, le coût d'une angiomammographie est inférieur à celui d'une IRM mammaire (39). En effet le coût d'une IRM mammaire était estimé à 954 \$ par patiente contre 196 \$ par patiente pour une angiomammographie. De plus, les infrastructures nécessaires pour une IRM mammaire sont beaucoup plus importantes que celles nécessaires pour une angiomammographie.

Des équipes de radiologie à travers le monde ont commencé à réaliser des biopsies en angiomammographie pour remplacer les biopsies en IRM, non disponibles dans de nombreux centres en France (40).

## **2.9. Limites**

L'angiomammographie est un examen basé sur les rayonnements ionisants. De ce fait des principes de radioprotection (notamment de justification et d'optimisation) s'imposent.

Pour une mammographie standard, la dose absorbée par sein est calculée afin d'obtenir la DGM.

Les DGM délivrées pour chaque sein au cours d'une angiomammographie sont légèrement supérieures à celles d'une mammographie standard mais restent dans les limites fixées par l'ANSM. La dose de cet examen s'ajoute à celle des clichés de mammographie standard et en interdit l'utilisation aux patientes ayant une mutation à haut risque de néoplasie ; plus radiosensibles (33).

L'injection de produit de contraste iodé présente également une limite en raison de ces contre-indications. Il est possible d'avoir une néphropathie aux produits de contraste iodés notamment chez des patients ayant une altération de la fonction préexistante. De plus, il existe un risque de survenue d'effets indésirables suite à l'administration en intra-vasculaire pouvant être plus ou moins grave. Ces effets indésirables ont été classés en fonction de leur grade de sévérité (Légère, Modérée, Sévère) et le type (Physiologique ou Allergique) (Tableau 3) (33,41).

**Tableau 3 : Classification des effets secondaires de l'injection de produit de contraste (selon ACR 2022 et HAS 2021)**

Sévérité/Type	Allergique	Physiologique
Légère	Urticair/prurit limité Œdème cutané Démangeaisons / irritation de la gorge Congestion nasale Conjonctivite / rhinorrhée / éternuements	Nausées / Vomissements Rougeur / chaleur / frissons Céphalées / vertiges / anxiété / dysgueusie Hypertension légère Réaction vasovagale de résolution spontanée
Modérée	Urticair / prurit diffus Érythème diffus, signes vitaux stables Œdème facial sans dyspnée Constriction de la gorge / enrouement sans dyspnée Respiration sifflante / bronchospasme modéré ou sans hypoxie	Nausées / Vomissements prolongés Poussée hypertensive Douleur thoracique isolée Réaction vasovagale nécessitant et répondant à un traitement
Sévère	Œdème diffus ou œdème facial avec dyspnée Érythème diffus avec hypotension Œdème laryngé avec stridor et/ou hypoxie Respiration sifflante / Bronchospasme avec hypoxie Choc anaphylactique	Réaction vasovagale résistante au traitement Arythmie Convulsions Urgence hypertensive

Il existe également un risque de faux négatif par rapport à l'IRM mammaire en raison d'un FOV (Field of View ou champ de vision) plus restreint. En effet, tout comme lors d'une mammographie, nous ne pouvons pas analyser la totalité des aires axillaires ainsi que l'aire prépectorale.

Un complément par échographie peut donc être suggéré afin d'améliorer la détection des lésions (30).

En raison d'une résolution en contraste plus faible qu'en IRM, les lésions peu vascularisées ou de petite taille sont susceptibles de ne pas être ou être mal visualisées en angiommammographie ce qui entraîne des faux négatifs (33).

Comme en IRM mammaire, il existe des lésions bénignes hypervascularisées, pouvant être à l'origine de faux positifs.

L'angiommammographie est une imagerie en 2 D superposable à la mammographie standard, contrairement à l'IRM qui permet une imagerie en 3 D, avec une localisation moins précise des lésions d'autant plus que ce phénomène est accentué par la compression du sein réduisant son épaisseur.

Certains artefacts spécifiques à l'angiommammographie peuvent s'ajouter à ceux de la mammographie ou de l'IRM mammaire (42,43):

- Les artefacts communs à la mammographie ou à l'IRM mammaire :
  - Artefacts cinétiques. Ils sont toutefois un peu plus visibles au cours d'une angiommammographie car chaque incidence comprend un cliché en basse énergie et un cliché en haute énergie. Cela entraîne notamment des artefacts sur le cliché recombinaison.

- artefacts d'interposition et de superposition. Que ce soient des bijoux, des habits, des cheveux ou bien des lésions cutanées, elles peuvent se projeter sur le sein et masquer des lésions sous-jacentes
- En raison de sa composition en aluminium, le déodorant est responsable de microparticules radio-opaques. En angiommammographie, cet artefact apparaît en noir sur le cliché recombinaé.
- Artefact d'air trappé. La présence d'air entre la peau du sein et le détecteur du mammographe peut entraîner un artefact se traduisant par une bande noire sur cette interface.
- Éclaboussure de produit de contraste. Lors de la mise en place d'une tubulure si quelques gouttes de produit de contraste touchent la peau notamment du sein, cela peut entraîner des faux positifs.
- Compression précoce du sein. Si le sein est comprimé trop précocement le produit ne peut pas se diffuser. De ce fait, la lésion ne pourra pas se rehausser, responsable donc d'un faux négatif.
- Les artefacts propres à l'angiommammographie :
  - Clip de repérage post-biopsie

En fonction du matériel utilisé pour le clip, l'aspect peut être différent. Lorsqu'il s'agit d'un marqueur composé d'oxyde de zirconium, cela se traduit sur les clichés recombinaés par une clarté autour du matériel.

- Implant mammaire

Les implants mammaires entraînent de nombreux artefacts masquant les lésions au pourtour. De ce fait, la vérification de l'absence de rupture de prothèse mammaire n'est pas possible en angiommammographie et reste l'apanage de l'IRM mammaire.

- Artéfact du halo, visible uniquement sur certains modules d'angiommammographie.

En raison d'une différence rapide de rayonnement diffusé entre différentes épaisseurs de sein séparant les régions centrales et périphériques, l'algorithme de traitement du logiciel crée une délimitation plus prononcée. Ainsi, cet artefact se traduit par une ligne de forte densité parallèle au plan cutané. Cela peut masquer certaines lésions dans cette zone chez des patientes avec une densité mammaire prononcée.

- Ripple artefact.

Visible sur les clichés recombinaés et notamment sur l'incidence oblique externe, il s'agit d'une alternance entre des lignes blanches et noires. Cela pourrait être dû aux mouvements des patientes entre l'acquisition de basse et de haute énergie ou bien en rapport avec les pulsations cardiaques.

### **3. Objectif de l'étude**

L'objectif de l'étude est de présenter la mise en place de l'angiommammographie dans le service d'imagerie de la femme au Centre Hospitalier Universitaire de Lille.

A travers une étude descriptive des cas rencontrés lors de la première année, nous allons analyser les indications ainsi que les résultats des angiommammographies réalisées.

## **PARTIE 2 : MATERIEL ET METHODES**

### **1. Design de l'étude**

Il s'agit d'une étude descriptive rétrospective unicentrique réalisée au Centre Hospitalier Universitaire de Lille, à propos d'un dispositif médical de procédure diagnostique.

### **2. Population de l'étude**

L'étude porte sur des patientes ayant bénéficié d'une angiommammographie entre le 1er février 2021 et le 1er février 2022 et dont les indications correspondaient aux données de la littérature.

Trois patientes ont été exclues en raison d'une indication non formellement indiquée dans les données de la littérature : bilan de fin de chimiothérapie néo-adjuvante.

### **3. Bilan sénologique**

Lorsque le bilan initial était réalisé au CHU de Lille, il comportait une mammographie, une échographie mammaire et une biopsie mammaire telle que décrite par la suite. L'IRM mammaire a été réalisée de la façon décrite ci-dessous pour la quasi-totalité des patientes concernées. Seule une patiente a bénéficié d'une IRM mammaire en ville.

Toutes les patientes ont bénéficié d'une angiommammographie avec la technique décrite ci-après :

- **Bilan mammographique**

Les clichés de mammographie sont réalisés sur un mammographe Amulet Innovality (Fujifilm®) avec au minimum des clichés de face et en oblique pour chaque sein. Des clichés complémentaires sont parfois demandés (localisé, profil, agrandi, tomosynthèse...).

- **Echographie mammaire**

Réalisée après le bilan mammographique sur un échographe Aplio i700TM (Canon Medical System France®) ou sur un échographe SupersonicTM (Hologic ®) en cas de densité mammaire augmentée ou de lésion visualisée à la mammographie.

- **Biopsie mammaire**

Elle est réalisée chez les patientes avec une lésion ACR>3 afin d'établir un diagnostic anatomopathologique.

- **IRM mammaire**

L'IRM mammaire est réalisée sur un appareil Achieva 1,5 Tesla (Philips®) équipé d'une antenne fermée (référence). Le protocole d'acquisition comporte des séquences axiales en pondération T1 et T2 puis une séquence axiale dynamique en pondération T1 et saturation du signal de la graisse après injection de 0,1 mmol/kg de produit de contraste gadoliné avec un débit de 2 ml/s par un injecteur automatique suivi d'un bolus de sérum physiologique de 20 ml. Les premières



#### **4. Données recueillies**

Dans un premier temps, des données démographiques (âge, antécédent personnel mammaire, antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire, statut ménopausique, prise ou non d'un traitement hormonal substitutif ainsi que le motif de consultation initial) ont été collectées.

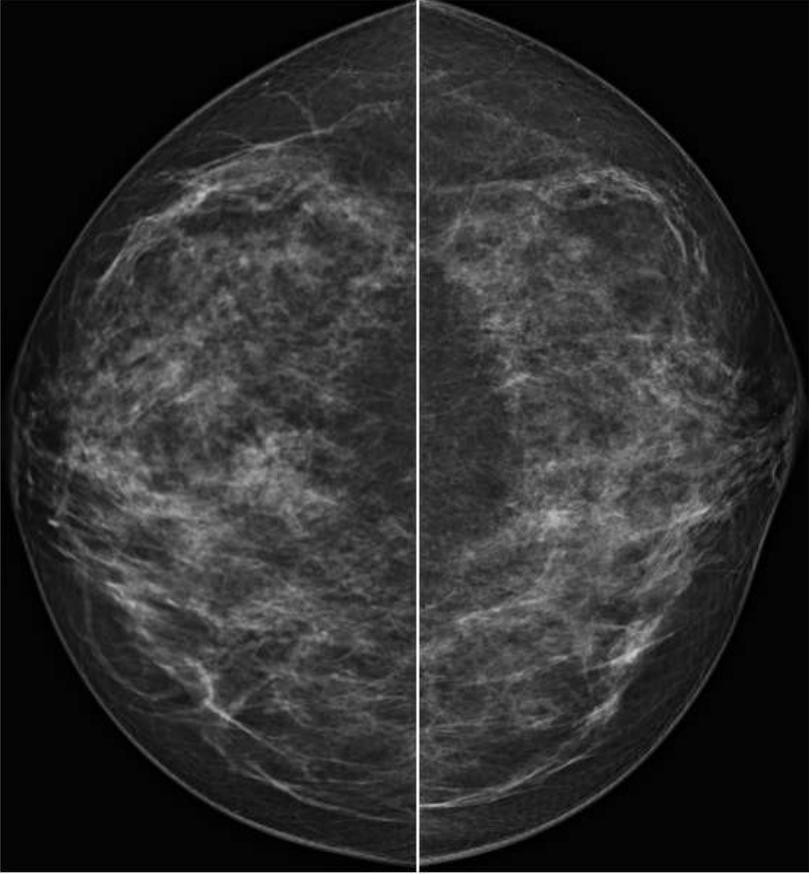
Dans un second temps, les constatations du bilan d'imagerie standard en sénologie ainsi que celles de l'IRM mammaire et de l'angiomammographie ont été récupérées.

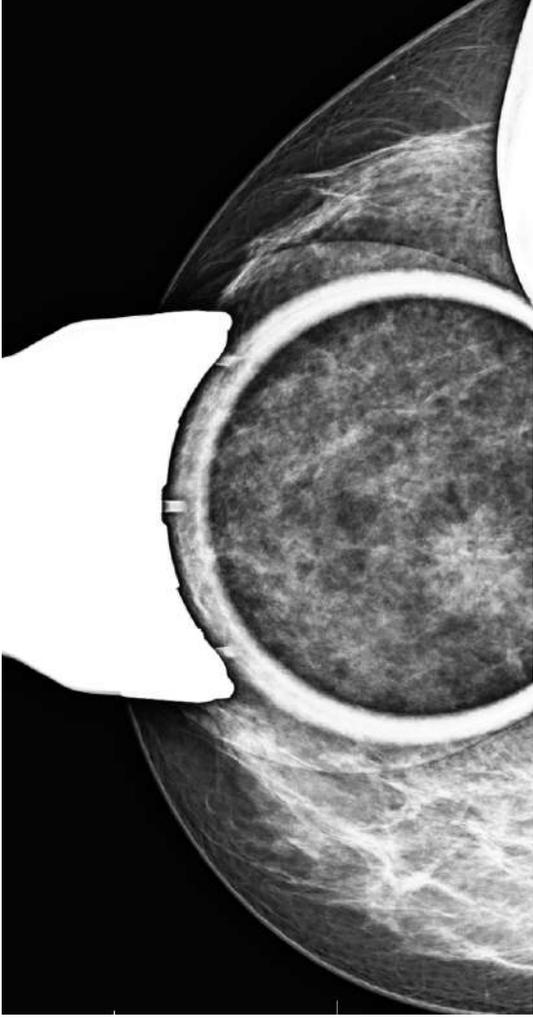
Les doses glandulaires moyennes lors de la mammographie standard (quand elles étaient disponibles) et de l'angiomammographie ont également été notées.

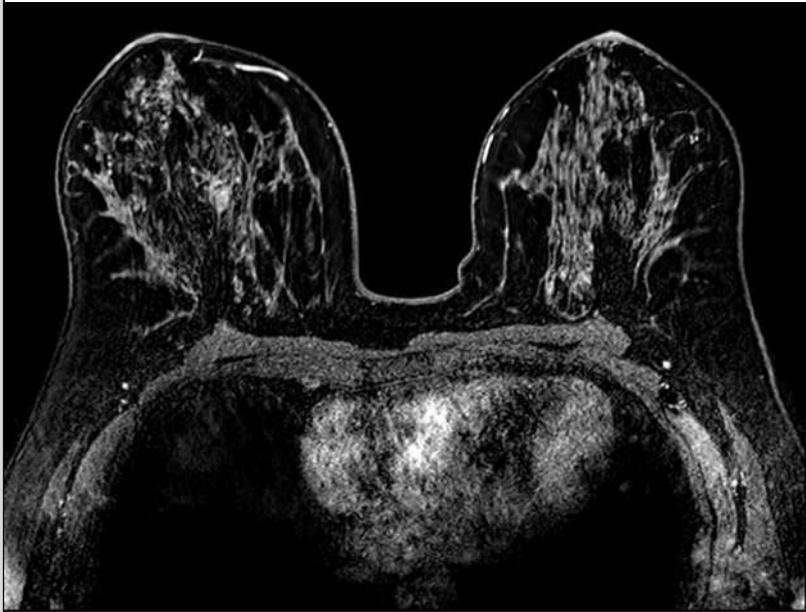
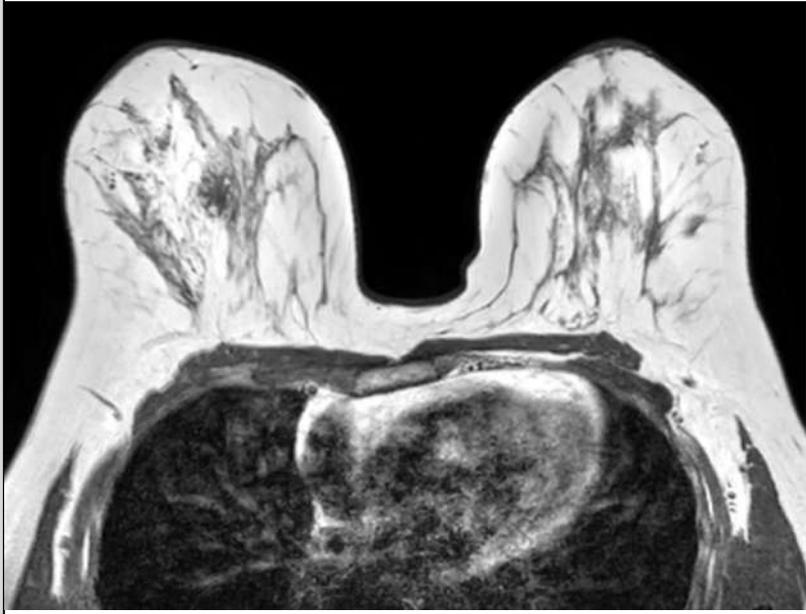
Enfin, la prise en charge décidée au décours a été détaillée. Pour certaines patientes pour lesquelles nous avons un recul suffisant, nous avons pu également détailler la suite de la prise en charge.

## PARTIE 3 : RÉSULTATS

### Cas n°1

Âge	49 ans
Antécédent personnel mammaire	Trois mois auparavant : plage atténuante du quadrant supéro-externe du sein droit ayant nécessité une microbiopsie et la pose d'un clip : histologie bénigne.
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Non
Motif de consultation initiale	Dépistage organisé.
Mammographie standard	<p>Asymétrie focale de densité rétromamelonnaire profonde du sein droit sur le cliché de face et persistant sur le cliché localisé avec compression centrée mesuré à 25 mm, à 6 cm du mamelon.</p>  <p><i>Incidence de face du sein droit et du sein gauche</i></p>

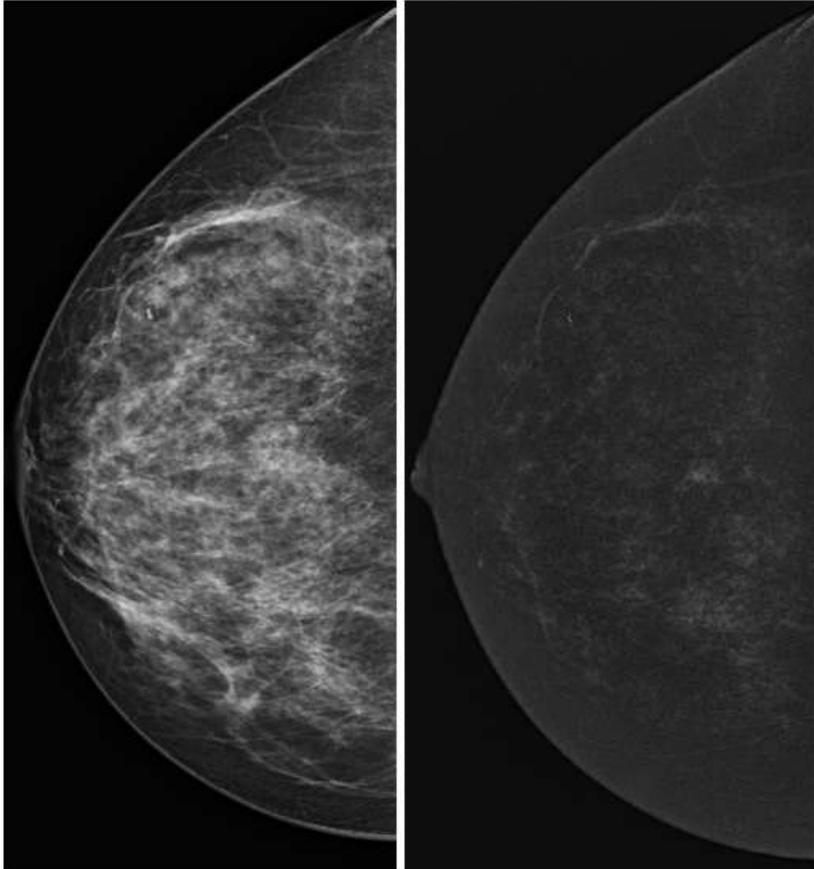
	 <p data-bbox="580 1238 1331 1305"><i>Cliché localisé avec compression centrée de face du sein droit</i></p>
<p data-bbox="188 1339 553 1413">Incidences et dose glandulaire moyenne</p>	<p data-bbox="580 1339 1370 1525">Face, obliques externes bilatéraux. Cliché localisé avec compression centrée de face bilatéral et oblique droit, tomosynthèse face droite. Profil droit. 7,9 mGy à droite et 5,8 mGy à gauche</p>
<p data-bbox="188 1552 536 1585">Echographie mammaire</p>	<p data-bbox="580 1552 1230 1626">Absence d'anomalie. L'ensemble a donc été classé ACR 0 à droite.</p>
<p data-bbox="188 1653 411 1686">IRM mammaire</p>	<p data-bbox="580 1653 1370 1877">Tissu fibroglandulaire épars. Rehaussement matriciel faible symétrique. Rehaussement non masse focal avec une prise de contraste hétérogène selon une courbe de type I mesuré à 15 mm, à 7 cm du mamelon, dans la région moyenne rétro-aréolaire centrale droite.</p>



*Séquence T1 sans injection et séquence de la série dynamique T1 Fat-SAT après injection de gadolinium.*

Angiomammographie

Densité mammaire de type C. Rehaussement matriciel faible symétrique.  
Absence de rehaussement suspect.

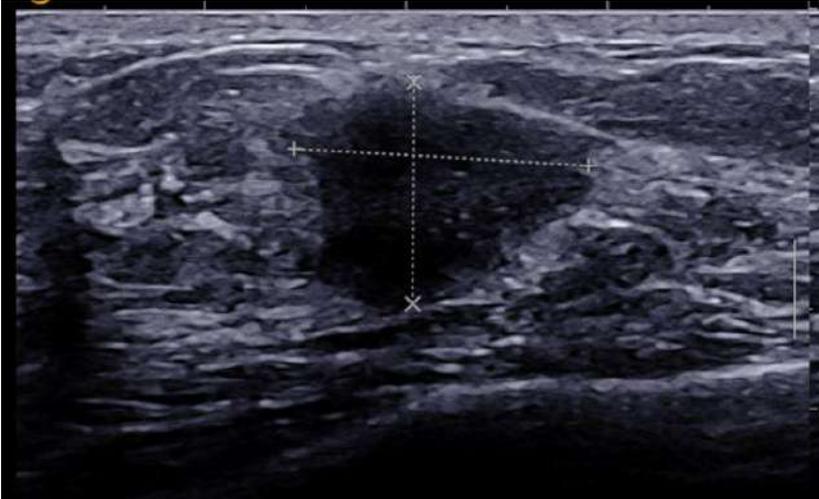
	
Dose glandulaire moyenne	4,05 mGy à droite et 4,61 mGy à gauche.
Prise en charge	Mammographie classée ACR 3 à droite avec contrôle évolutif à 4 mois.

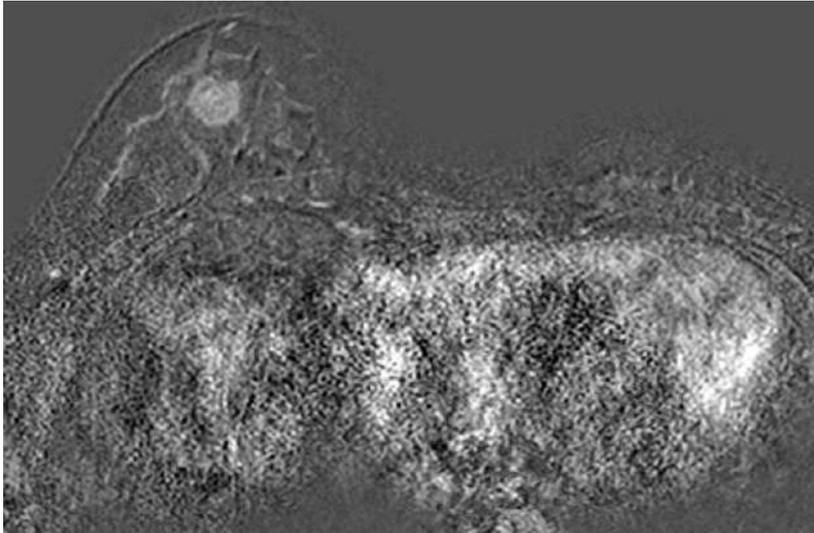
*Commentaires :*

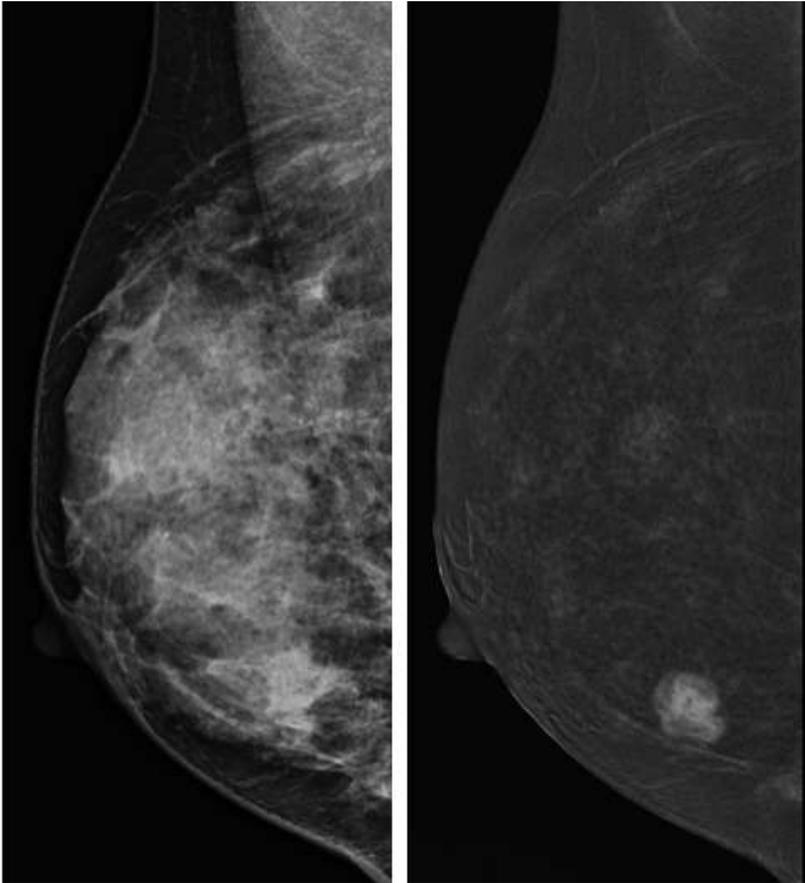
Les contrôles évolutifs à quatre mois et à un an montrent en mammographie une densité focale moins apparente. L'échographie mammaire n'a pas décelé de masse suspecte. Un dernier contrôle est prévu à deux ans de la première mammographie afin de reclasser cette lésion.

A noter que l'angiomammographie a été réalisée deux semaines après l'IRM mammaire. En effet, le module n'était pas encore en place, ce qui explique le délai plus long d'obtention.

## Cas n°2

Âge	42 ans
Antécédent personnel mammaire	En 2017 : carcinome mammaire gauche pris en charge à l'étranger par mastectomie totale + curage axillaire + chimiothérapie incomplète (3 séances réalisées sur les 14 prévues).
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Non
Motif de consultation initiale	Palpation d'une tuméfaction du sein droit à l'union des quadrants inférieurs.
Mammographie standard	Densité mammaire de type D ayant un effet masquant Surcroît focal de densité à l'union des quadrants inférieurs, mesuré à 11 mm à 4 cm du mamelon.
Incidences et dose glandulaire moyenne	Face, profil, tomosynthèse en oblique externe. 6,84 mGy à droite
Echographie mammaire	Masse hypoéchogène de forme irrégulière, de contours anguleux, d'orientation parallèle au plan cutané avec atténuation postérieure et caractère dur en élastographie, mesurée à 15 x 11 mm à l'union des quadrants inférieurs du sein droit. 

Anatomopathologie	Carcinome lobulaire invasif non pléomorphe de grade histopronostique II (récepteurs hormonaux positifs, Ki 67 à 20 %, HER2 négatif).
IRM mammaire	<p>Tissu fibroglandulaire dense. Rehaussement matriciel modéré.</p> <p>Rehaussement de type masse de forme ronde, à contours irréguliers avec une prise de contraste homogène selon une courbe de type III mesuré à 15 mm à la région moyenne de l'union des quadrants inférieurs droits</p>  <p><i>Séquence de la série dynamique T1 FAT-SAT (image de soustraction).</i></p>
Angiomammographie	<p>Densité mammaire de type D. Rehaussement matriciel faible symétrique.</p> <p>Rehaussement de type masse de forme ronde, à contours microlobulés avec une prise de contraste forte mesurée à 18 mm à l'union des quadrants inférieurs droits.</p>

	 <p data-bbox="568 1102 1382 1173"><i>Clichés de basse énergie et recombinaison en incidence oblique externe.</i></p>
Dose glandulaire moyenne	6,5 mGy à droite.
Échographie de deuxième intention	<p data-bbox="568 1344 1382 1415">Masse hypoéchogène à contours non circonscrits ACR 6 à l'union des quadrants inférieurs du sein droit.</p> <p data-bbox="568 1433 1382 1505">Pas de traduction échographique des rehaussements punctiformes visualisés en IRM.</p>
Prise en charge	Mastectomie partielle et prélèvement du ganglion sentinelle droit.

*Commentaires :*

En raison du jeune âge et de l'antécédent de néoplasie mammaire controlatéral, un scanner thoraco-abdomino-pelvien et une TEP-TDM ont été indiqués et n'ont pas montré de lésions secondaires à distance.

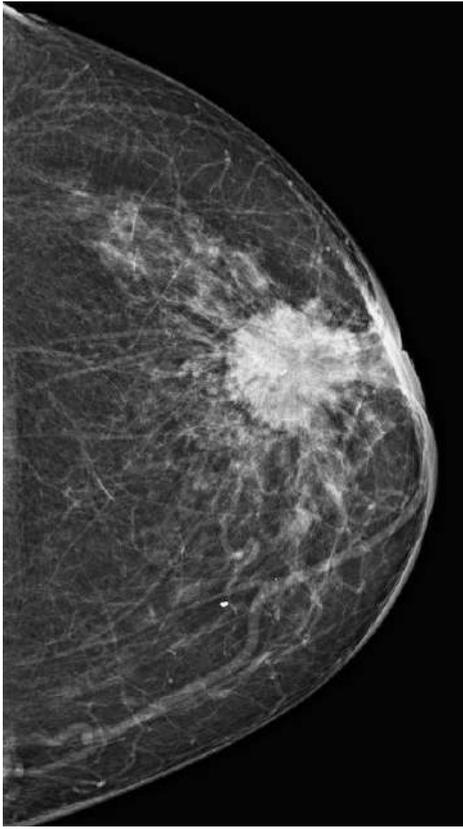
La pièce de mastectomie partielle comportait des berges saines et les ganglions sentinelles n'étaient pas atteints.

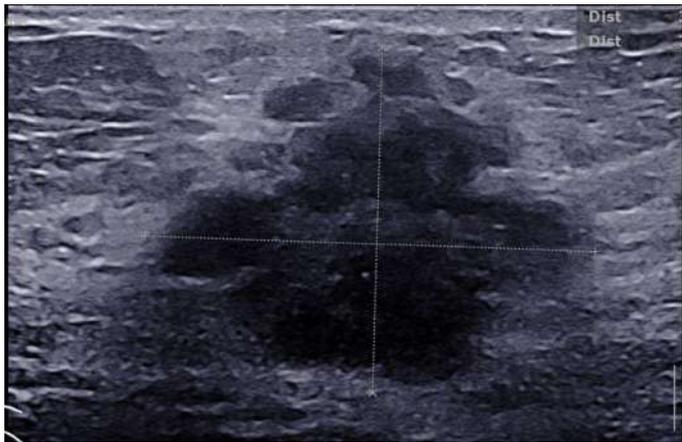
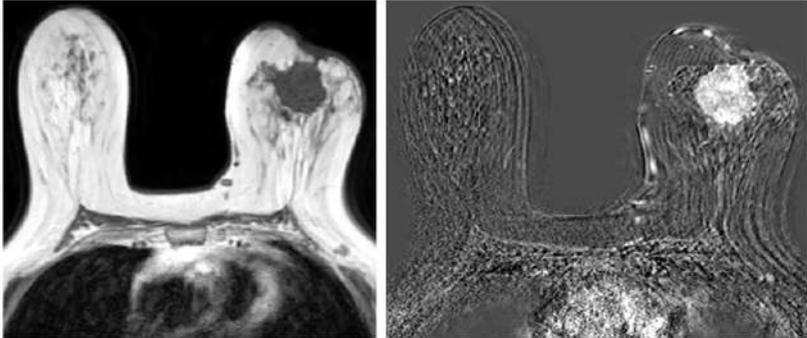
Un complément par radiothérapie et hormonothérapie (tamoxifène) a donc été préconisé.

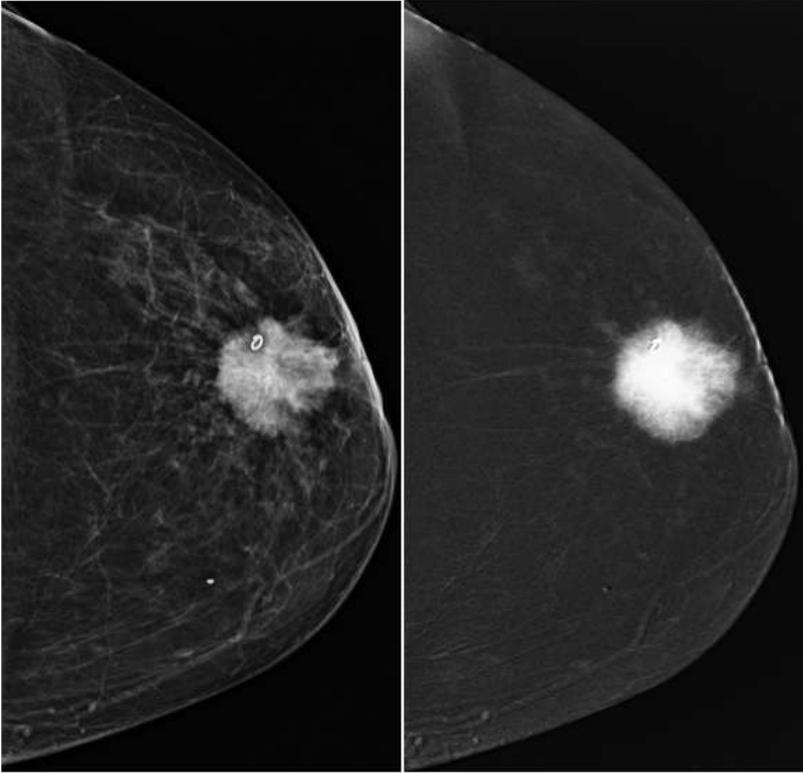
Une consultation d'oncogénétique a également été recommandée.

A noter que l'angiomammographie a été réalisée trois semaines après l'IRM mammaire. En effet, à cette époque, le module n'était pas encore en place, ce qui explique le délai plus long d'obtention.

### Cas n°3

Âge	75 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Non
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Dépistage organisé en ville. Adressée au CHU pour prise en charge complémentaire.
Mammographie standard	 <p><i>Cliché en incidence de face du sein gauche</i> Densité mammaire de type B. Masse de forme ronde, de contours microlobulés et</p>

	<p>spiculés, de densité élevée, avec épaissement et rétraction du plan cutané aréolo mamelonnaire mesurée à 32 mm en rétro-mamelonnaire à 1cm du mamelon du sein gauche.</p>
Incidences et dose glandulaire moyenne	<p>Face, tomosynthèse de face et profil droit. Face gauche. 3,5 mGy à droite et 1,6 mGy à gauche.</p>
Echographie mammaire	<p>Masse hypoéchogène de forme irrégulière, de contour microlobulé, avec atténuation postérieure, mesurée à 25 x 30 mm et de topographie rétro aréolaire gauche.</p> <p>Présence de deux adénomégalies axillaires gauches suspectes.</p> 
Anatomopathologie	<p>Carcinome infiltrant non spécifique grade histopronostique II (récepteurs hormonaux positifs, Ki 67 à 30 %, HER2 négatif).</p>
IRM mammaire	 <p><i>Séquence T1 sans injection puis séquence de la série dynamique T1 FAT-SAT (image de soustraction).</i></p> <p>Tissu fibroglandulaire éparse. Rehaussement minime symétrique.</p> <p>Rehaussement masse centré sur le clip, de forme ronde,</p>

	<p>de contours irréguliers, avec une prise de contraste hétérogène selon une courbe de type III mesuré à 32 mm, dans la partie superficielle rétromamelonnaire à 1 cm du mamelon associé à un épaissement et une rétraction du plan cutané aréolo-mamelonnaire prenant le contraste.</p> <p>Présence de deux adénomégalies axillaires gauches.</p>
<p>Angiomammographie</p>	<p>Rehaussement matriciel minime symétrique.</p> <p>Rehaussement masse de forme ronde, à contours microlobulés ayant un rehaussement hétérogène intense, mesuré à 33 mm en rétromamelonnaire du sein gauche associé à une rétraction et une prise de contraste cutanée de la plaque aéro-mamelonnaire.</p>  <p><i>Clichés de basse énergie et recombinaison de face du sein gauche.</i></p>
<p>Dose glandulaire moyenne</p>	<p>2,21 mGy à droite et 4,29 mGy à gauche</p>
<p>Prise en charge</p>	<p>Chimiothérapie néo-adjuvante.</p>

*Commentaires :*

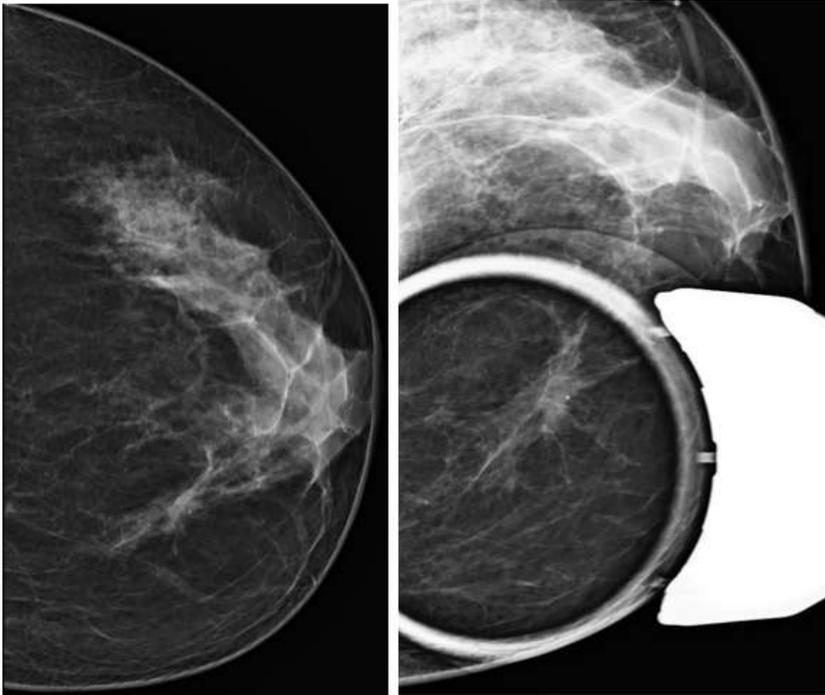
L'angiomammographie contrairement à l'IRM mammaire n'a pas permis de déceler les adénomégalies axillaires. Néanmoins tout comme pour la mammographie standard, un complément par échographie permet de visualiser les aires ganglionnaires.

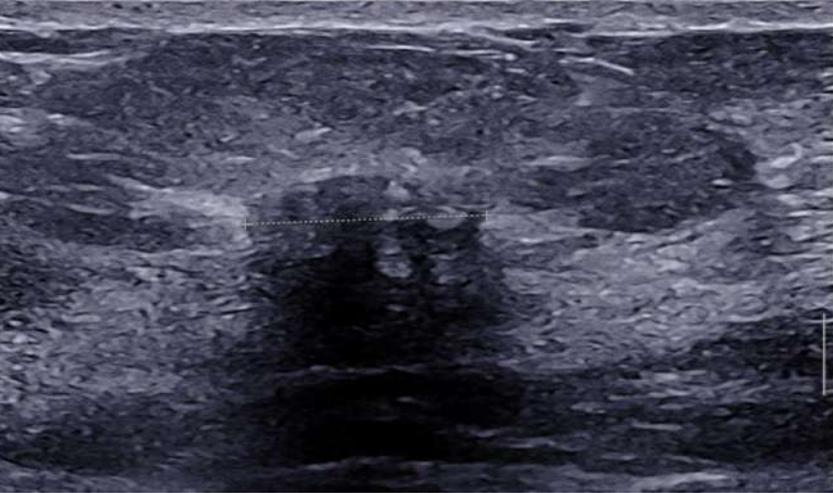
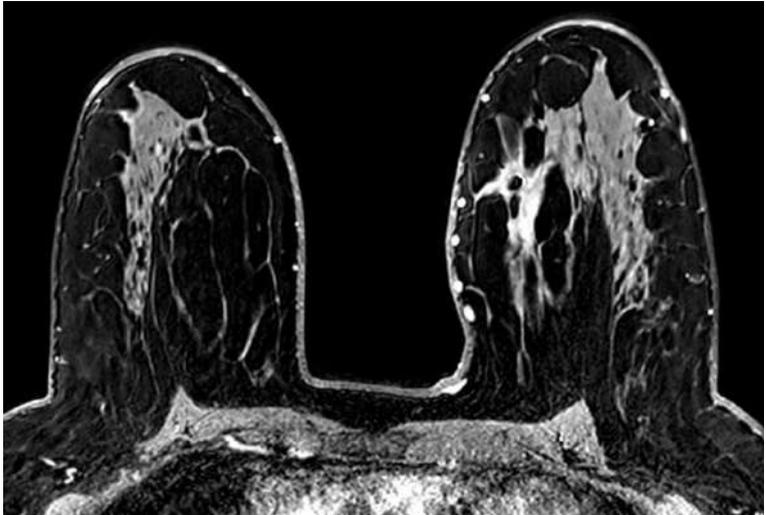
Dans les suites de la chimiothérapie néo-adjuvante, une IRM mammaire a été réalisée, montrant une diminution de taille de la lésion ainsi que des adénomégalies axillaires gauches.

Une pamectomie centrale avec curage axillaire homolatérale (en raison de l'atteinte initiale) a été réalisée puis complétée par une radiothérapie et une hormonothérapie.

A noter que l'angiomammographie a été réalisée trois semaines après l'IRM mammaire. En effet le module n'était pas encore en place ce qui explique le délai plus long d'obtention.

## Cas n°4

Âge	53 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Histoire de la maladie	Patiente ayant présenté une thrombose veineuse cérébrale. Recherche d'un foyer tumoral.
Mammographie standard	<p>Densité mammaire de type B</p> <p>Asymétrie focale de densité mammaire mesuré à 7x12 mm, à 8 cm du mamelon dans le quadrant supéro-interne du sein gauche</p>  <p><i>Incidence de face du sein gauche et localisé face gauche.</i></p>

Incidences et dose glandulaire moyenne	<p>Clichés faces, obliques externes bilatéraux, tomosynthèse oblique bilatérale, tomosynthèse face gauche, cliché localisé de face gauche avec compression centrée.</p> <p>7,4 mGy à droite et 10,8 mGy à gauche</p>
Echographie mammaire	<p>Masse hypoéchogène hétérogène, de forme irrégulière, à contours indistincts, à orientation parallèle du plan cutané avec atténuation postérieure, et caractère dur à l'élastographie, mesurée à 14x8mm du quadrant supéro-interne gauche.</p> 
Anatomopathologie	<p>Carcinome lobulaire infiltrant grade histopronostique I (récepteurs hormonaux positifs, Ki 67 à 10 %, HER2 négatif).</p>
IRM mammaire	 <p><i>Séquence de la série dynamique T1 FAT-SAT.</i></p> <p>Tissu fibroglandulaire hétérogène.</p>

	<p>Absence de rehaussement matriciel.</p> <p>Rehaussement masse de forme irrégulière à contours irréguliers ayant avec une prise de contraste hétérogène selon une courbe de type I, centré sur clip, mesuré à 13 mm, à 7 cm du mamelon de la partie moyenne du quadrant supéro-interne gauche.</p> <p>Ce rehaussement masse est situé dans une plage glandulaire avec prise de contraste hétérogène de 30 mm d'étendue.</p>
<p>Angiomammographie (+1 jour par rapport à l'IRM mammaire)</p>	<p>Rehaussement matriciel absent.</p> <p>Rehaussement non masse, centré sur le clip, linéaire ayant avec une prise de contraste hétérogène modérée mesuré à 32 x 12 mm dans le quadrant supéro-interne gauche, à 8 cm du mamelon.</p> <div data-bbox="563 891 1388 1563" data-label="Image"> </div> <p><i>Clichés recombinaés en incidence oblique externe et face du sein gauche.</i></p>
<p>Dose glandulaire moyenne</p>	<p>5,28 mGy à droite et 4,33 mGy à gauche.</p>
<p>Prise en charge</p>	<p>Hormonothérapie anti-aromatase (non thrombotique).</p>

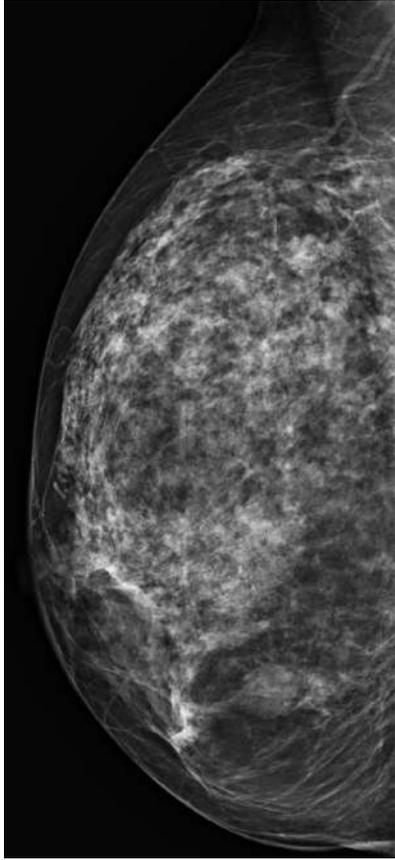
*Commentaires :*

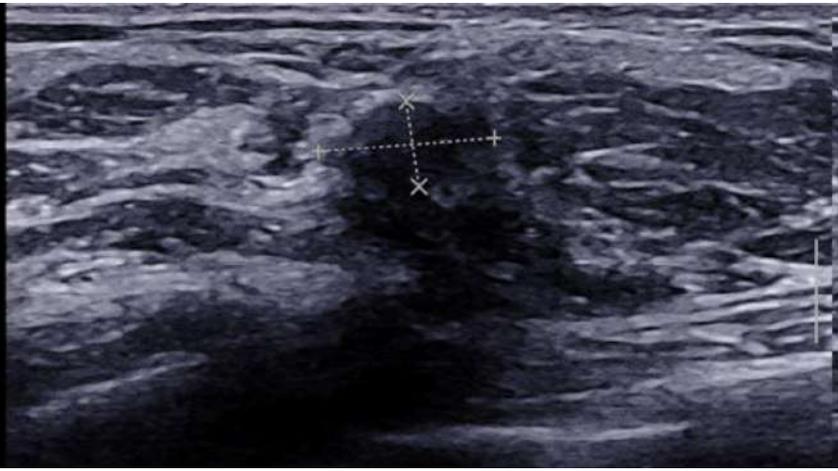
En raison de l'anticoagulation curative instaurée pour le traitement de la thrombose veineuse cérébrale, la prise en charge chirurgicale d'emblée présentait un risque hémorragique élevé. Il a donc été décidé d'effectuer un traitement hormonal afin de différer l'opération. La prise en charge chirurgicale a confirmé l'exérèse avec marges saines d'un carcinome lobulaire infiltrant de 15 mm de grand axe.

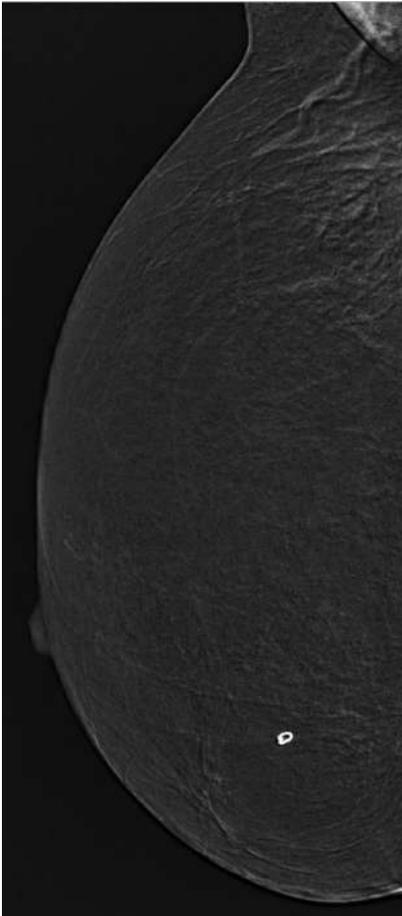
A noter que la mise en place d'une hormonothérapie est sans doute responsable de la discordance entre l'étendue visualisée en IRM mammaire (30 mm) et en angiommammographie (33 mm) en comparaison à la pièce opératoire (15 mm).

Un complément par radiothérapie et hormonothérapie a été préconisé.

## Cas n°5

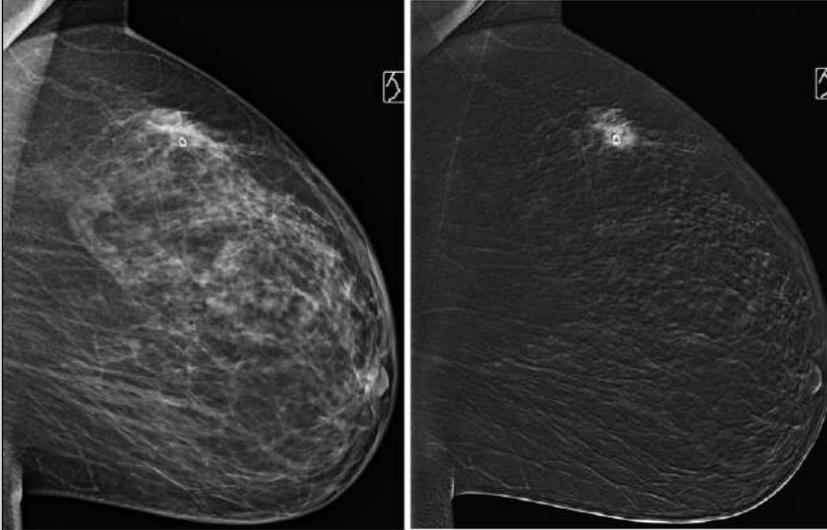
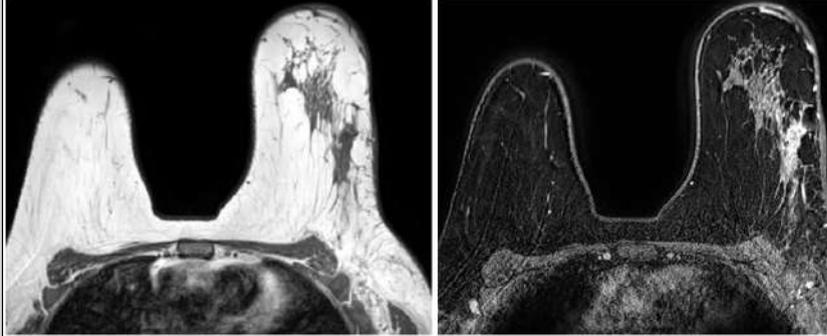
Âge	61 ans
Antécédent personnel mammaire	Chirurgie de réduction mammaire bilatérale.
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Néoplasie mammaire à 50 ans chez une soeur, chez la mère et chez une tante maternelle.
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Dépistage organisé.
Mammographie standard	 <p><i>Cliché en incidence oblique externe du sein droit.</i> Densité mammaire de type C.</p>

	<p>Doute sur une masse de forme ronde à contours irréguliers, de faible densité, mesurée à 19 x 10mm, à 6 cm du mamelon, dans le quadrant inféro-externe du sein droit.</p> <p>Lésion non visualisée sur le cliché de face et sur la tomosynthèse.</p>
Incidences et dose glandulaire moyenne	<p>Faces, obliques externes et tomosynthèse oblique bilatérale.</p> <p>3,44 mGy à droite et 3,40 mGy à gauche</p>
Echographie mammaire	<p>Masse hypoéchogène de forme irrégulière, à contours indistincts, d'orientation non parallèle au plan cutané avec atténuation postérieure et caractère intermédiaire à l'élastographie, mesurée à 8x10 mm dans le quadrant inféro-externe droit.</p> 
Anatomopathologie	<p>Plage de fibrose au sein d'un parenchyme mammaire involué.</p>
Angiomammographie	<p>Absence de rehaussement matriciel.</p> <p>Absence de rehaussement suspect.</p>

	 <p><i>Cliché recombinaé en incidence oblique externe du sein droit.</i></p>
Dose glandulaire moyenne	2,83 mGy à droite et 2,88 mGy à gauche
IRM mammaire (+ 3S semaines par rapport à l'angiomammographie)	<p>Tissu fibro-glandulaire éparsé. Rehaussement matriciel minime symétrique.</p> <p>Masse ovale à contours circonscrits sans rehaussement, centré par le clip, mesuré à 13 x 6 mm, à 6 cm du mamelon, à la partie moyenne du quadrant inféro-externe.</p>
Prise en charge	Sein droit classé ACR 3 avec un contrôle par mammographie prévu à quatre mois.

## Cas n°6

Âge	36 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Non
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Auto-palpation d'un nodule du sein gauche du quadrant supéro-externe gauche. Au CHU, réalisation du bilan avant chimiothérapie néo-adjuvante.
Mammographie standard	Réalisée en ville : Masse irrégulière à contours indistincts associée à des microcalcifications fines polymorphes linéaire étendu sur 20 mm de diamètre du quadrant supéro-externe gauche.
Echographie mammaire	Réalisée en ville : masse hypoéchogène avec atténuation postérieure, mesurée à 21mm, sans adénopathie.
Anatomopathologie	Carcinome infiltrant non spécifique de grade histopronostique III (Ki 67 à 85 %, récepteurs hormonaux négatifs, HER2 négatif).
Angiomammographie	Densité mammaire de type C. Rehaussement matriciel absent. Rehaussement masse, centré par le clip, de forme irrégulière, à contours spiculés avec une prise de contraste modérée mesuré à 23 x 13mm, à 14 cm du mamelon, du quadrant supéro-externe gauche associé à des calcifications fines branchés groupés dans la masse.

	
Dose glandulaire moyenne	2,97 mGy à droite et 3,26 mGy à gauche
IRM mammaire ( + 6 jours par rapport à l'angiomammographie)	<p>Tissu fibro-glandulaire épars. Rehaussement matriciel faible symétrique.</p> <p>Rehaussement masse de forme irrégulière à contours spiculés avec une prise de contraste homogène selon une courbe de type III mesuré à 24 x 15 mm, à 10 cm du mamelon, de la partie moyenne du quadrant supéro-externe du sein gauche.</p> 
Prise en charge	Réalisation d'un ganglion sentinelle pré-chimiothérapie puis chimiothérapie néo-adjuvante.

*Commentaires :*

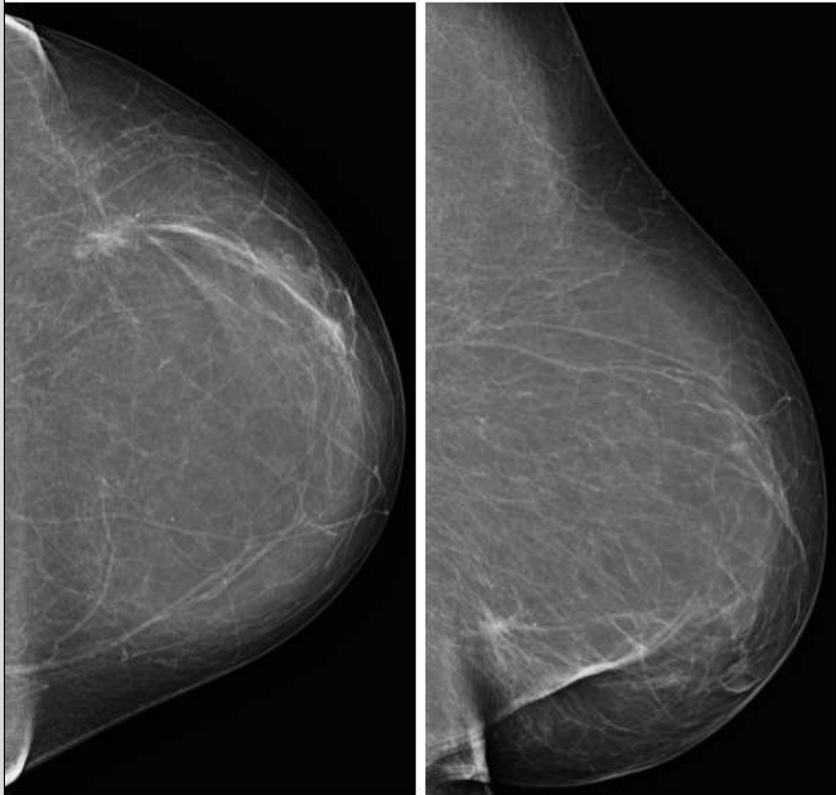
L'exérèse du ganglion sentinelle n'a pas montré d'atteinte secondaire.

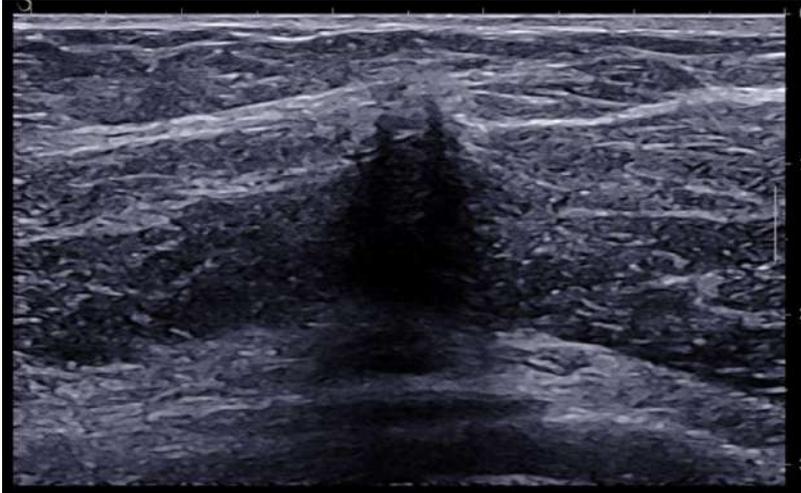
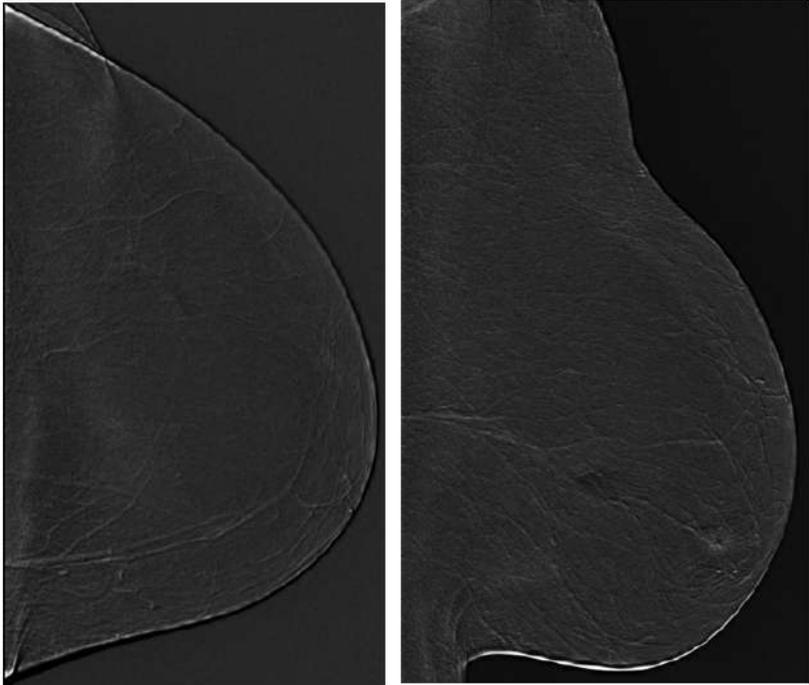
Suite à la chimiothérapie on a pu constater une nette régression de la tumeur initialement mesuré à 44mm de grand axe puis en fin de chimiothérapie à 5 mm de grand axe.

La patiente a, en parallèle, bénéficié d'une consultation oncogénétique ayant fait découvrir une mutation délétère pour le gène BRCA1.

Devant la découverte de cette mutation, la patiente a souhaité effectuer une mastectomie totale bilatérale au lieu d'une tumorectomie du sein gauche.

## Cas n°7

Âge	76 ans
Antécédent personnel mammaire	Néoplasie mammaire gauche en 2005 traitée par mastectomie partielle.
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Découverte d'une lésion fronto-temporale gauche dans un contexte de confusion.
Mammographie standard	Densité mammaire de type A. Distorsion architecturale du quadrant inféro-externe du sein gauche, à 7 cm du mamelon.  <i>Clichés en incidence de face et oblique externe du sein</i>

	<i>gauche.</i>
Incidences et Incidences et dose glandulaire moyenne	Face, profil et oblique externe en tomosynthèse 4 mGy à droite et 4,2 mGy à gauche
Echographie mammaire	Masse hypoéchogène de forme irrégulière, à contours indistincts, d'orientation non parallèle au plan cutané et avec atténuation postérieure et caractère dur à l'élastographie, mesurée à 10 mm dans le quadrant inféro-externe du sein gauche. 
Anatomopathologie	Tissu fibro adipeux sans élément suspect.
Angiomammographie	

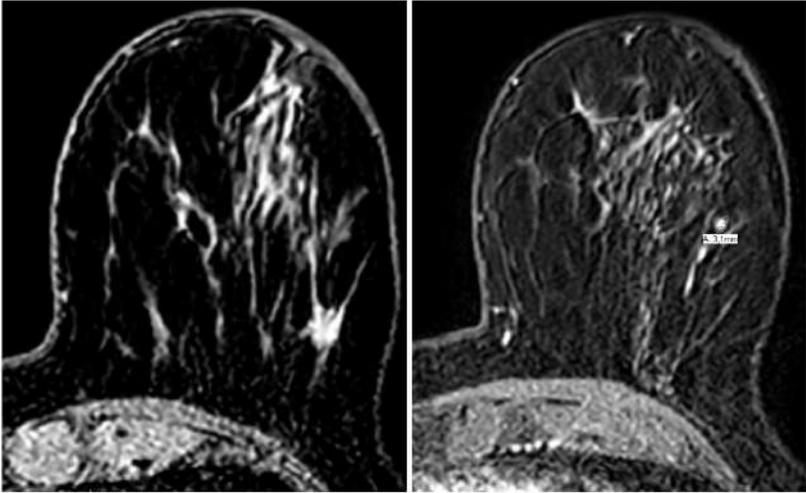
	<p><i>Clichés recombinaés en incidence face et oblique externe du sein gauche</i></p> <p>Absence de rehaussement matriciel.</p> <p>Absence de rehaussement suspect notamment au niveau de la distorsion architecturale.</p>
Dose glandulaire moyenne	2,4 mGy à droite et 2,6 mGy à gauche.
Prise en charge	Confirmation d'un aspect cicatriciel du sein gauche. L'examen est classé ACR 2 et ne nécessite pas d'examen complémentaire.

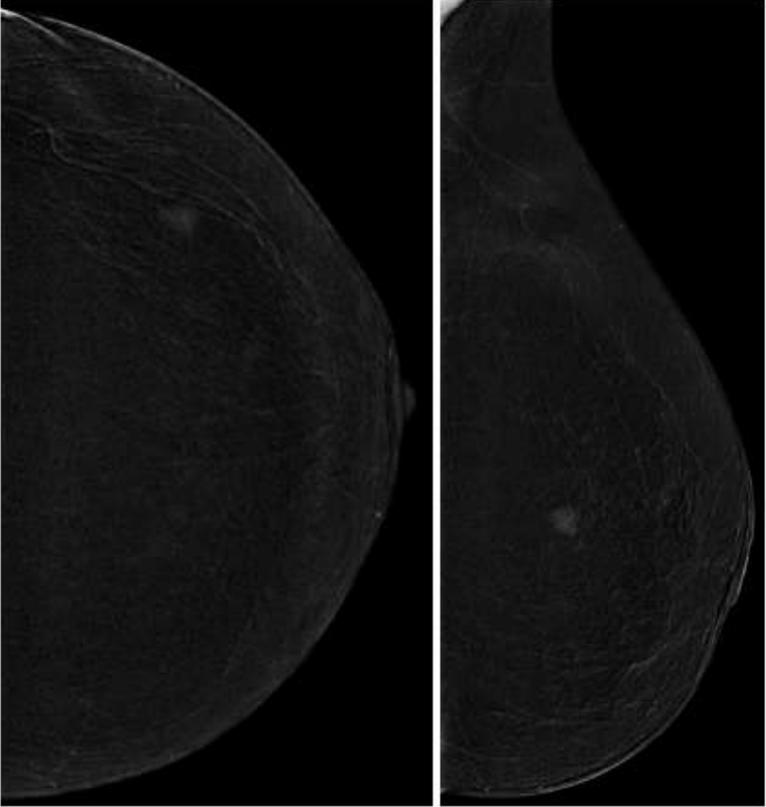
*Commentaires :*

L'angiommographie a été réalisée en raison d'une discordance radio-histologique. Elle confirme l'absence de lésion sous-jacente et permet donc de conclure à un aspect cicatriciel.

Le bilan complémentaire a permis de découvrir que la lésion fronto-temporale gauche était une métastase d'un adénocarcinome du pancréas.

## Cas n°8

Âge	60 ans
Antécédent personnel mammaire	Non
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Néoplasie mammaire à 45 ans chez une tante paternelle.
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Dépistage organisé.
Mammographie standard	Réalisée en ville : masse à contours spiculée à l'union des quadrants externes du sein gauche.
Anatomopathologie	Carcinome lobulaire infiltrant grade histopronostique II (Ki67 à 20 %, Récepteurs hormonaux positifs, HER2 négatif).
IRM mammaire (même jour que l'angiomammographie)	 <p><i>Séquences de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné centrée sur la lésion ACR 6 et sur un des rehaussement arrondi au pourtour de la lésion du sein gauche.</i></p> <p>Tissu fibro-glandulaire épars. Rehaussement matriciel faible symétrique.</p> <p>Rehaussement masse de forme irrégulière, à contours spiculés avec une prise de contraste homogène selon</p>

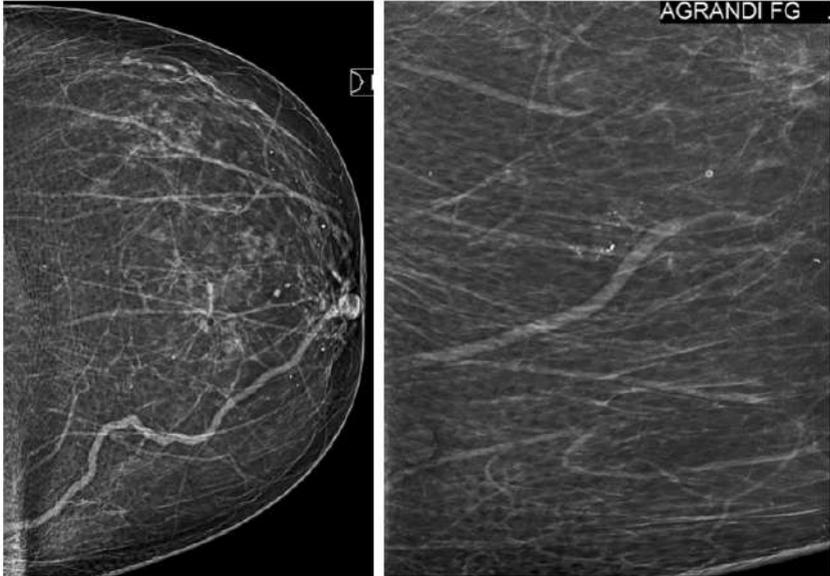
	<p>une courbe de type I mesuré à 10 x 7 mm, à 6 cm du mamelon, à la partie profonde de l'union des quadrants externes du sein gauche.</p> <p>Deux rehaussements non masses focaux hétérogènes dans le quadrant supéro-externe du sein gauche, à 5 cm du mamelon</p>
Angiomammographie	<p>Densité mammaire de type B. Absence de rehaussement matriciel.</p> <p>Rehaussement masse de forme ovale, à contours indistincts avec une prise de contraste homogène faible mesuré à 11 mm, à 6 cm du mamelon, à l'union des quadrants externes du sein gauche.</p>  <p><i>Clichés recombinaés en incidence de face et oblique externe gauche.</i></p>
Dose glandulaire moyenne	2,97 mGy à droite et 2,64 mGy à gauche
Échographie de deuxième intention	Absence de correspondance échographique des deux lésions supplémentaires visualisées en IRM mammaire.
Prise en charge	Mastectomie partielle gauche et ganglion sentinelle.

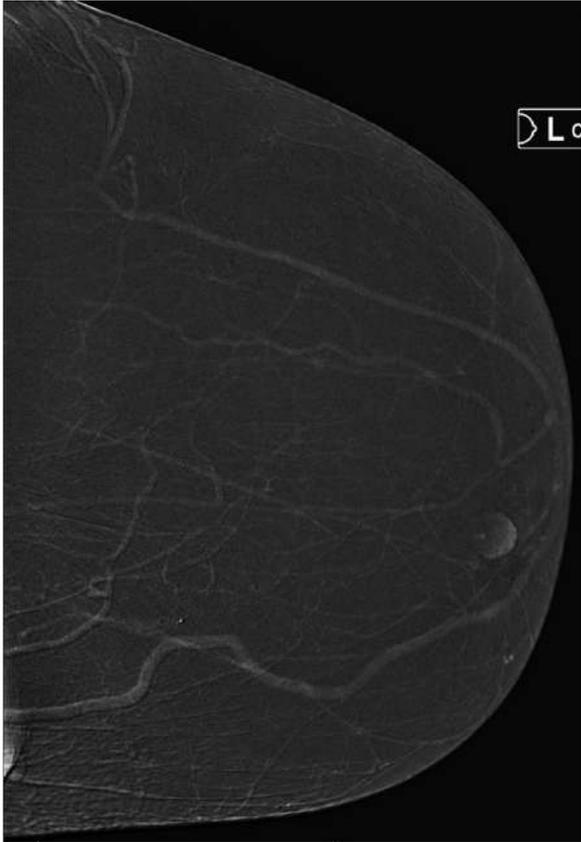
Commentaires :

La pièce opératoire de l'exérèse chirurgicale a montré une lésion carcinomateuse infiltrante de 16mm de grand axe avec des marges saines. Ce résultat est plutôt en faveur d'un contingent unique comme visualisé en angiomammographie. Toutefois, en raison de la proximité des deux lésions détectées en IRM mammaire par rapport à la lésion ACR 6, le geste opératoire n'a pas été modifié et seule une mastectomie partielle a été réalisée. Le ganglion sentinelle ne comportait pas d'éléments suspects.

Un complément par radiothérapie adjuvante et hormonothérapie a été instauré.

## Cas n°9

Âge	71 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Dépistage organisé
Mammographie standard	<p>Densité mammaire de type B. Foyer de microcalcifications rondes polymorphes regroupés sur 2,2 cm, à 10 cm du mamelon dans le quadrant supéro-interne du sein gauche.</p>  <p><i>Clichés en incidence de face et agrandi de face du sein gauche.</i></p>
Incidences et dose glandulaire moyenne	Faces, obliques externes bilatéraux. Profil gauche agrandi. 2,75 mGy à droite et 8,03 mGy à gauche
Echographie mammaire	Absence de traduction échographique.
IRM mammaire	Non réalisable chez cette patiente en raison d'une

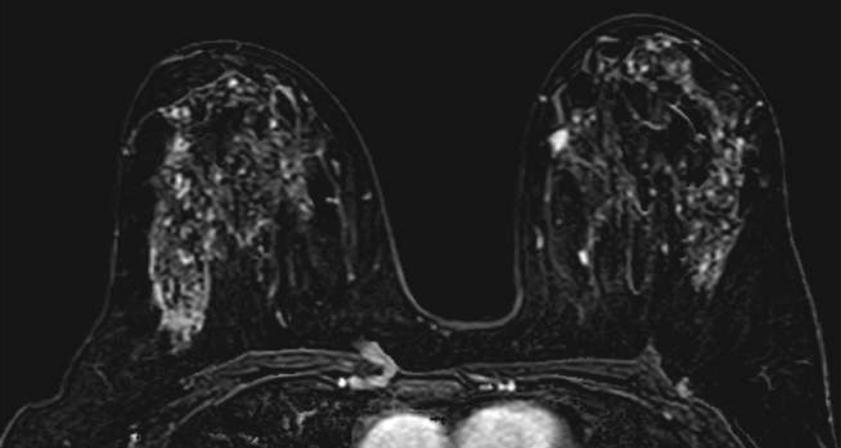
	altération de l'état général et d'une impossibilité de rester en décubitus.
Angiomammographie	<p>Absence de rehaussement matriciel Absence de rehaussement suspect, notamment en regard des microcalcifications (visibles sur le cliché de basse énergie).</p>  <p><i>Cliché recombinaé en incidence de face du sein gauche.</i></p>
Dose glandulaire moyenne	2,75 mGy à droite et à gauche
Prise en charge	Macrobiopsie aspiration de la lésion.

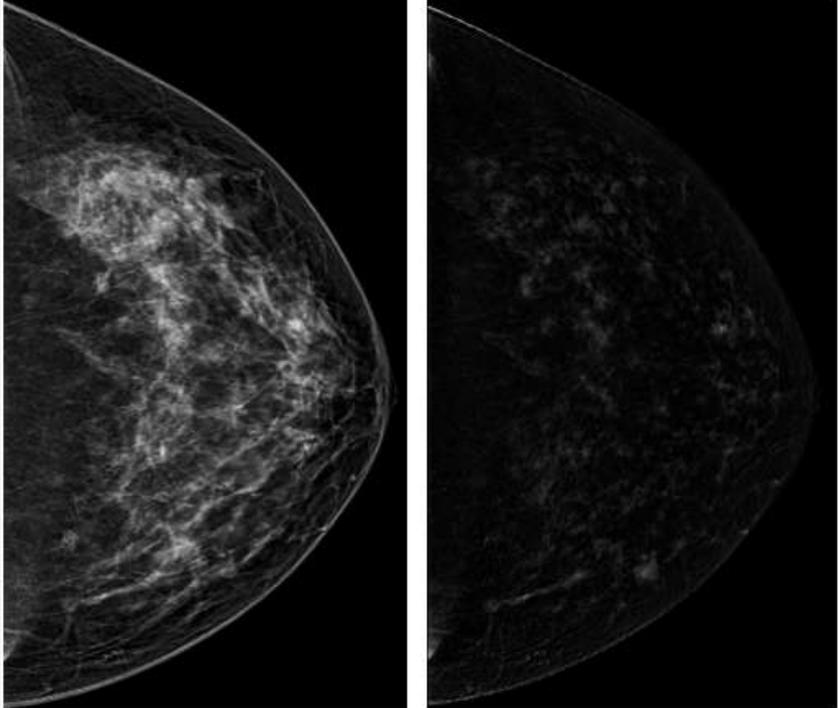
*Commentaires :*

Les résultats anatomopathologiques étaient rassurants avec des remaniements fibreux associés à des calcifications d'allure dystrophique.

Compte tenu de ces résultats, l'examen a été reclassé ACR 2 avec poursuite de la surveillance par dépistage organisé.

## Cas n°10

Âge	53 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Oui
Motif de consultation initial	Dépistage organisé
Mammographie standard	Réalisée en ville : masse à l'union des quadrants internes du sein gauche mesurant 7 mm de plus grand axe.
Anatomopathologie	Carcinome lobulaire Infiltrant de grade histopronostique II (Ki67 à 35 %, Récepteurs hormonaux positifs et HER2 négatif).
IRM mammaire	<p>Réalisée en ville :</p> <p>Tissu fibro-glandulaire hétérogène. Rehaussement matriciel modéré symétrique.</p> <p>Rehaussement masse de forme ovale, à contours circonscrits, avec une prise de contraste homogène selon une courbe de type II mesuré à 9 x 6 mm, à 5 cm du mamelon, à la partie moyenne de l'union des quadrants internes gauche.</p>  <p><i>Séquences de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné.</i></p>

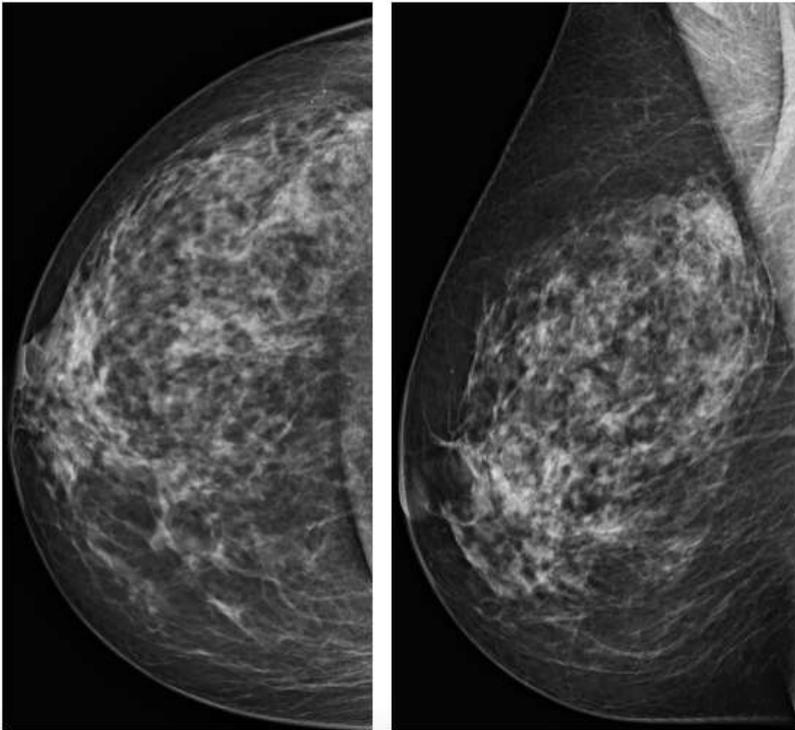
Angiomammographie	<p>Densité mammaire de type C. Rehaussement matriciel modéré bilatéral.</p> <p>Rehaussement masse de forme ovale, à contours indistincts avec une prise de contraste homogène faible mesurée à 8mm, à 7cm du mamelon à l'union des quadrants internes gauche.</p> <div data-bbox="544 443 1382 1151" style="text-align: center;">  </div> <p><i>Clichés en basse énergie et recombinaison en incidence de face.</i></p>
Dose glandulaire moyenne	4,35 mGy à droite et 4,03 mGy à gauche
Prise en charge	Mastectomie partielle du sein gauche avec ganglion sentinelle.

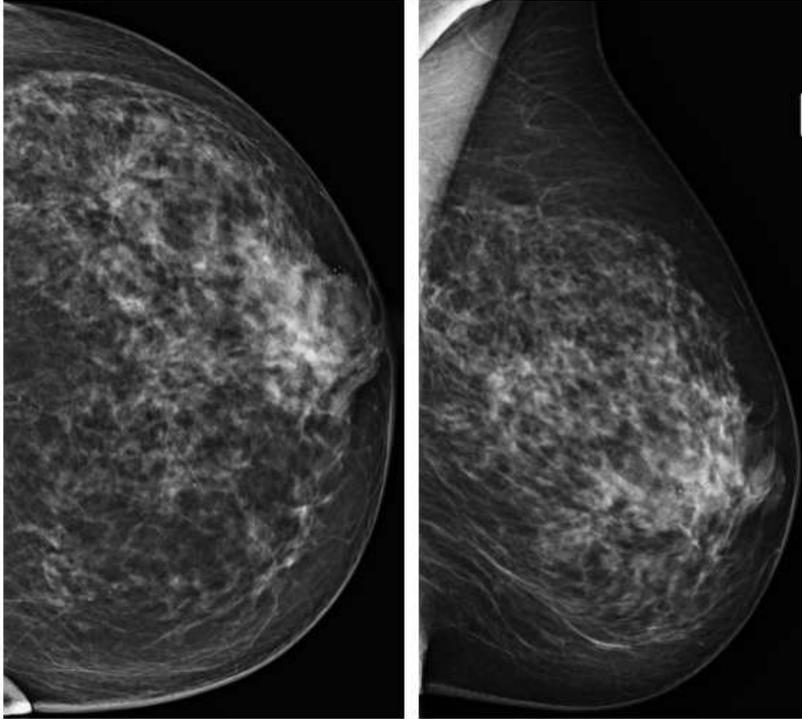
*Commentaires :*

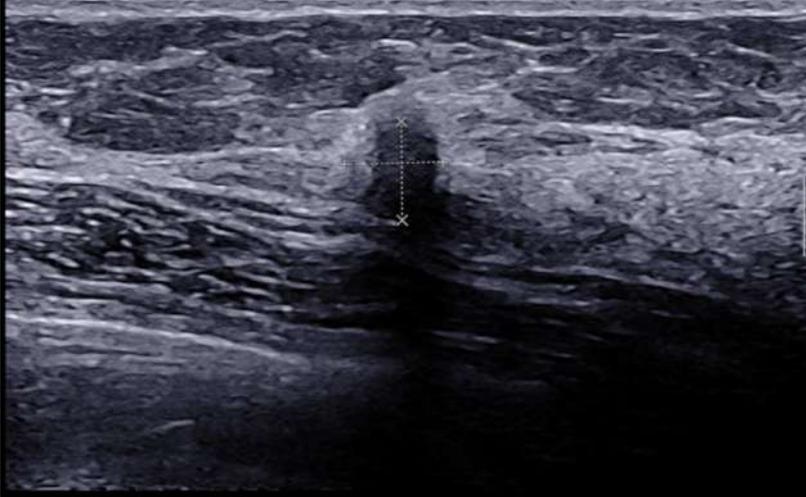
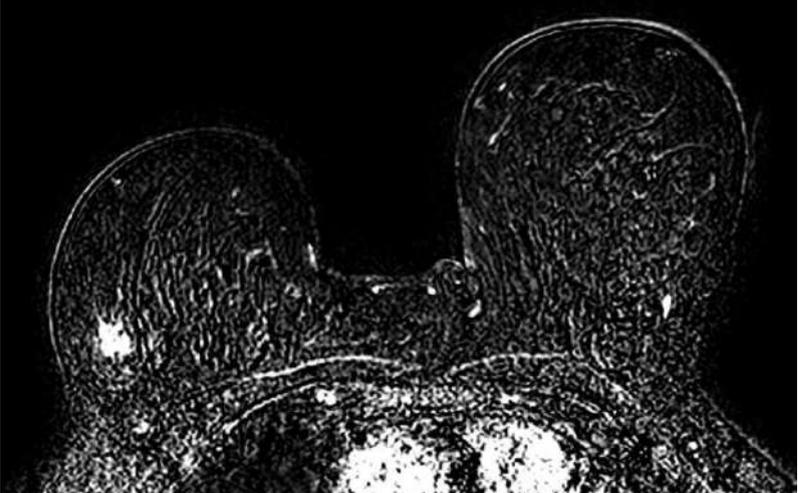
L'histologie du ganglion sentinelle était négative.

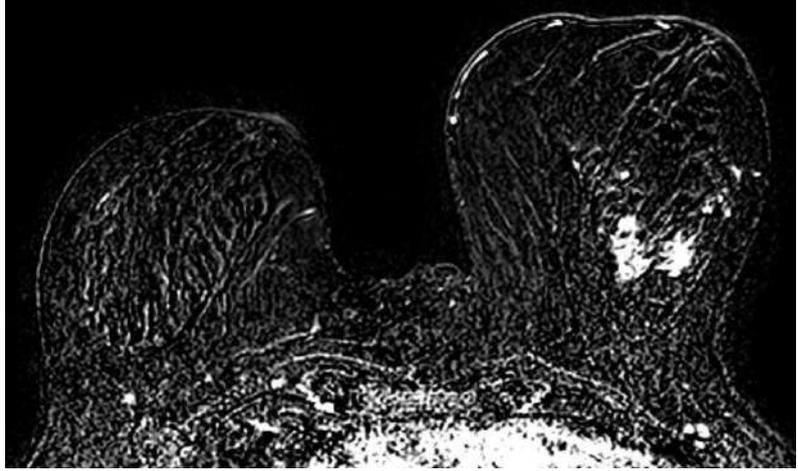
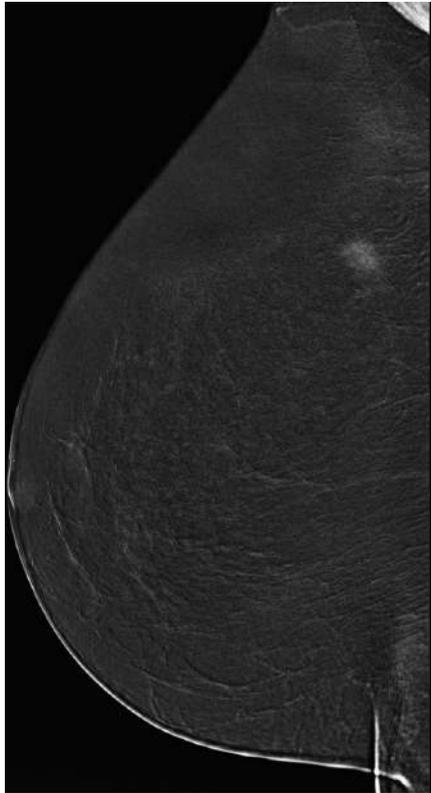
Un complément par radiothérapie et hormonothérapie a été préconisé.

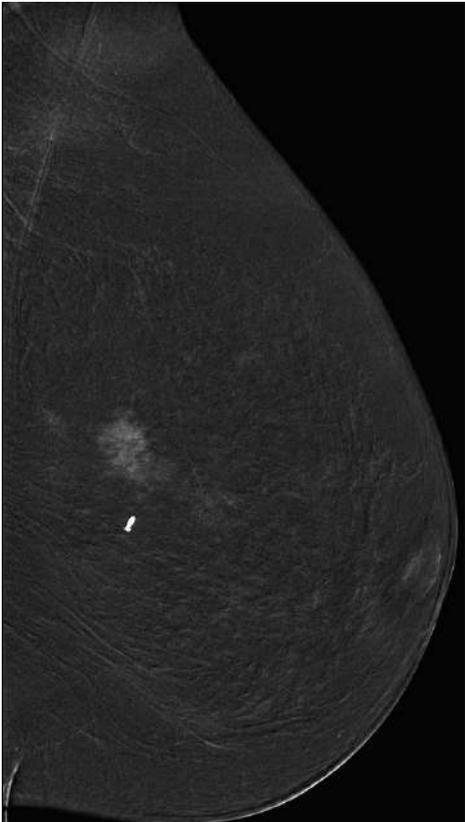
## Cas n°11

Âge	64 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Dépistage organisé
Mammographie standard	<p>Densité mammaire de type C.</p>  <p>Incidence face et oblique externe du sein droit.</p> <p>Asymétrie focale de densité supéro-externe profonde du sein droit associée à des microcalcifications fines polymorphes à sa portion inférieure, mesurée à 10 x 11 mm, à 11 cm du mamelon.</p>

	<p>Doute sur une distorsion architecturale du quadrant supéro-externe du sein gauche visible uniquement sur le cliché de face et sans traduction sur les autres incidences ou en échographie.</p>  <p><i>Incidence face et oblique externe du sein gauche.</i></p>
<p>Incidences et dose glandulaire moyenne</p>	<p>Clichés faces et obliques externes bilatéraux. Tomosynthèse bilatérale. Profil droit, cliché localisé avec compression centrée profil droit.</p> <p>9,7 mGy à droite et 4,7 mGy à gauche</p>
<p>Echographie mammaire</p>	<p>Masse hypoéchogène de forme ovale, à contours indistincts, d'orientation non parallèle au plan cutané, sans atténuation postérieure, avec elastographie en faveur du caractère dur, mesurée à 6 x 7 mm dans le quadrant supéro-externe du sein droit.</p>

	
Anatomopathologie de la lésion du sein droit	Carcinome canalaire infiltrant non spécifique de grade histopronostique II (Ki67 à 7 %, récepteurs hormonaux positifs et HER2 négatif).
IRM mammaire	<p>Tissu fibro-glandulaire éparse. Rehaussement matriciel faible symétrique.</p> <p>Sein droit : Rehaussement masse de forme ovale, à contours spiculés avec une prise de contraste homogène selon une courbe de type II mesuré à 12 mm, à 8 cm du mamelon, de la partie profonde du quadrant supéro-externe droit</p>  <p><i>Séquences de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné (image de soustraction).</i></p> <p>Sein gauche : Rehaussement masse de forme irrégulière à contours irréguliers avec une prise de contraste homogène selon une courbe de type II est mesuré à 41 x 15mm, à 7 cm</p>

	<p>du mamelon, à la partie profonde de l'union des quadrants externes</p>  <p><i>Séquences de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné (image de soustraction).</i></p>
<p>Échographie de deuxième intention</p>	<p>Masse hypoéchogène de forme arrondie à contours microlobulés, d'orientation non parallèle au plan cutané et avec atténuation postérieure, mesurée à 8 mm à l'union des quadrants externes du sein gauche.</p>
<p>Histologie de la lésion du sein gauche</p>	<p>Absence de cellule atypique ou suspecte de malignité.</p>
<p>Angiomammographie (+ 15 jours par rapport à l'IRM mammaire)</p>	 <p><i>Cliché recombinaison en incidence oblique externe du sein</i></p>

	<p><i>droit.</i></p> <p>Absence de rehaussement matriciel</p> <p>Sein droit : Rehaussement masse de forme ovale, à contours spiculés avec une prise de contraste hétérogène modéré mesuré à 10 x 8 mm, à 11 cm du mamelon dans le quadrant supéro-externe.</p>  <p><i>Cliché recombinaé en incidence oblique externe du sein gauche.</i></p> <p>Sein gauche : Rehaussement masse de forme irrégulière, à contours irréguliers et spiculés avec une prise de contraste hétérogène modérée mesuré à 13 mm, à 8 cm du mamelon, à l'union des quadrants externes et situé à 1 cm du microclip.</p>
Dose glandulaire moyenne	3,99 mGy à droite et 3,34 mGy à gauche
Prise en charge	Mastectomie partielle et ganglion sentinelle à droite. A gauche, devant la discordance radio-histologique,

	décision de réaliser une mastectomie partielle gauche.
--	--

*Commentaires :*

Concernant le sein droit :

L'exérèse tumorale a révélé des marges saines. Toutefois sur l'un des trois ganglions sentinelles prélevés, il existait une micro-métastase sans rupture capsulaire. Un complément par radiothérapie et hormonothérapie a été mis en place.

Concernant le sein gauche :

L'exérèse chirurgicale a décelé un adénocarcinome infiltrant trifocal (trois foyers de 0.3 cm, 1.7 cm et 3.5 cm) Ki67 à 25 %, récepteurs hormonaux positifs et HER2 négatif. Ainsi l'IRM et l'angiomammographie ont été concordantes par rapport à l'histologie de la biopsie réalisée dans un second temps.

La biopsie de la lésion du sein gauche ainsi que la mise en place du clip a été réalisée au décours de l'IRM mammaire et avant l'angiomammographie. Ainsi sur l'angiomammographie on peut constater que le clip n'est pas au sein de la plage de rehaussement, ce qui explique la discordance entre l'histologie de la biopsie et celle de la mastectomie partielle gauche. La biopsie en angiomammographie aurait pu être utilisée dans ce cas pour mieux localiser la plage suspecte et potentiellement obtenir une réponse histologique positive. Toutefois ce dispositif n'est pas encore disponible dans le centre d'imagerie de la femme du CHU de Lille.

L'exérèse montrait des berges non saines à la portion inférieure. Devant ces constatations, une reprise chirurgicale avec ganglion sentinelle a été programmée.

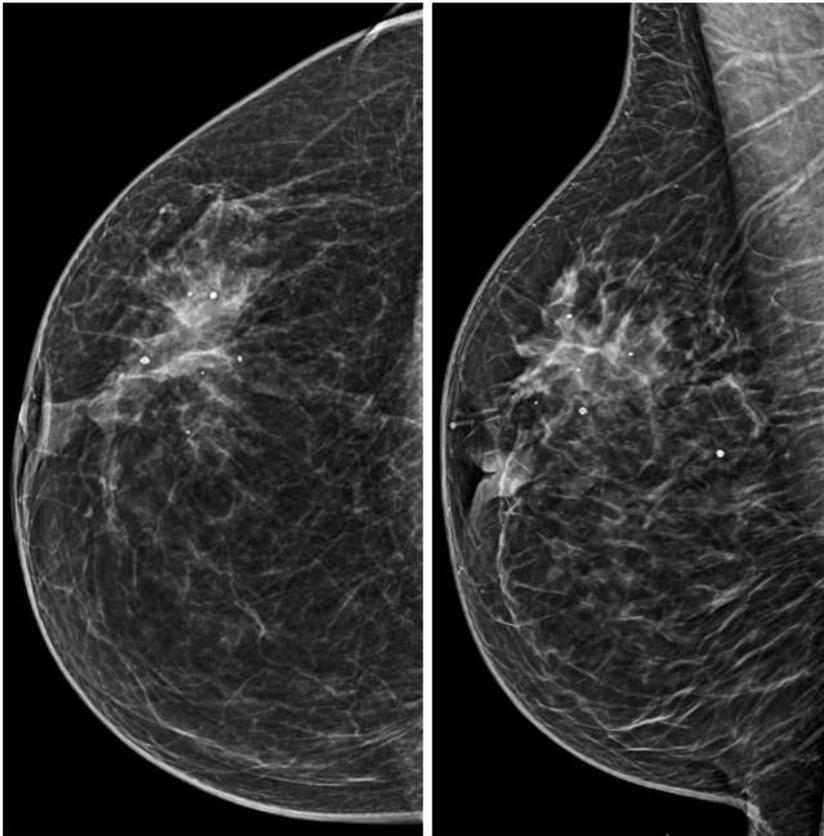
Sur la seconde pièce d'exérèse du sein gauche, un contingent a été de nouveau détecté avec des berges non saines mais des ganglions sentinelles négatifs.

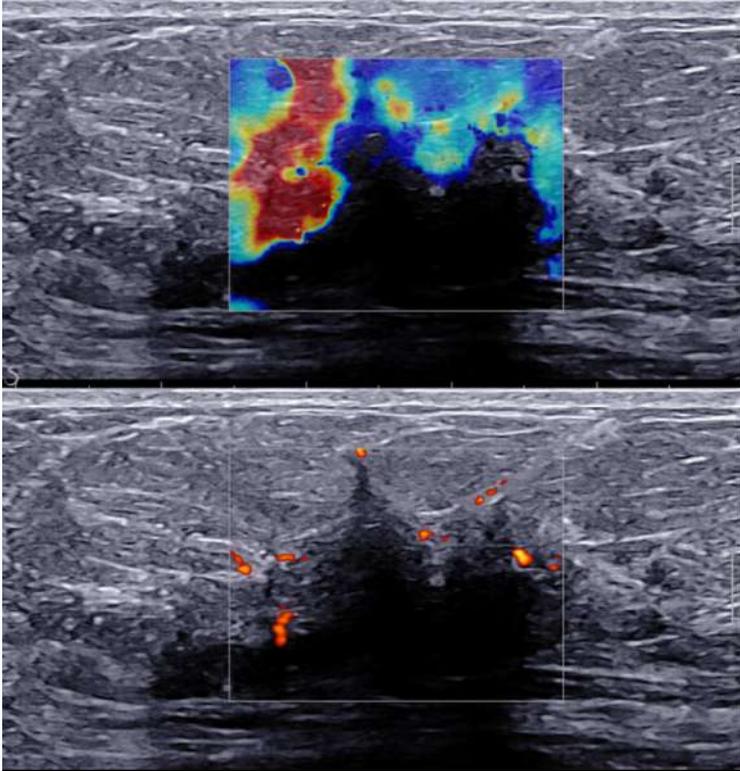
Un TEP-scanner pré-opératoire fut réalisé avant cette reprise et a permis la mise en évidence de trois adénopathies axillaires gauches hyperfixantes, suspectes dans le contexte.

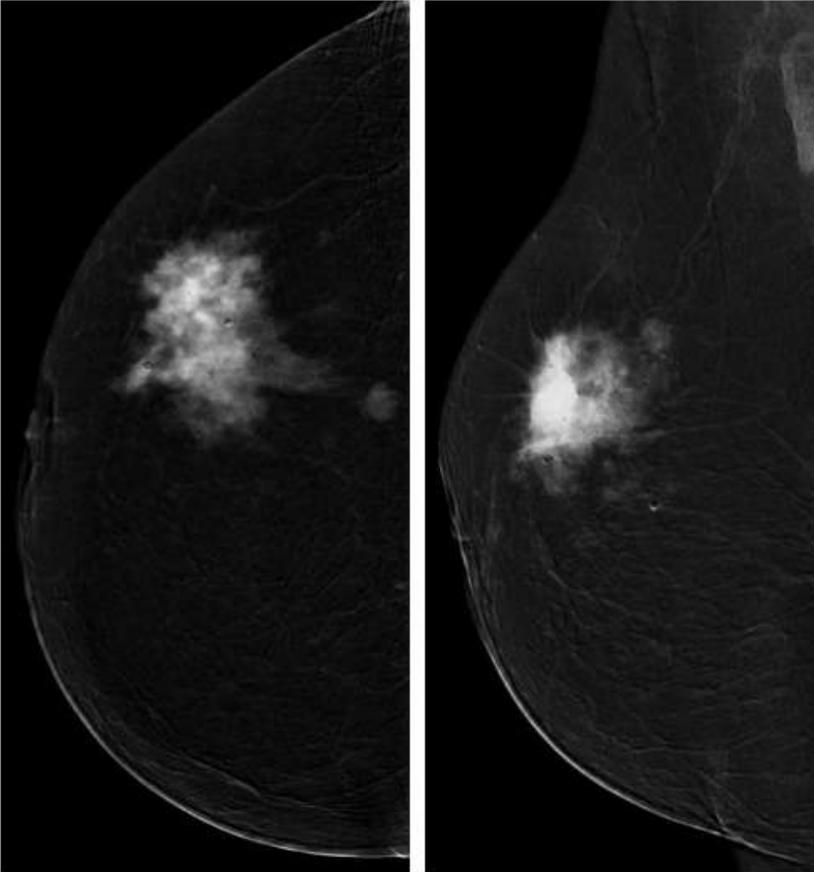
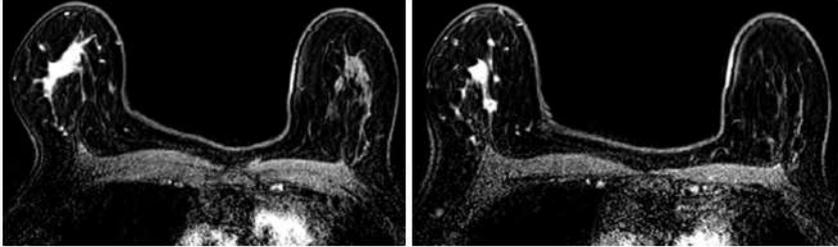
Une troisième reprise a donc été effectuée avec mastectomie totale retrouvant une persistance de foyers de carcinome in situ et un petit foyer infiltrant de ,4mm. Le curage axillaire retrouvait 16 ganglions métastatiques dont 8 en rupture capsulaire sur les 17 ganglions prélevés.

Devant cette atteinte quadrifocal du sein gauche et unifocal du sein droit, un complément par irradiation bilatérale, chimiothérapie et hormonothérapie a été mis en place.

## Cas n°12

Âge	63 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Suivi d'éléments nodulaires classés ACR 3 à droite. Autopalpation récente d'une masse dans le quadrant supéro-externe du sein droit.
Mammographie standard	Densité mammaire de type B. Masse de forme irrégulière et à contours spiculés, de forte densité, mesurée à 41 x 30 mm, à 2 cm du mamelon, dans le quadrant supéro-externe droit.  <i>Clichés en incidence de face et oblique externe du sein droit.</i>

Incidences et dose glandulaire moyenne	Faces, tomosynthèses obliques. 2.43 mGy à droite et 2.27 mGy à gauche.
Echographie mammaire	<p>Apparition d'une masse hypoéchogène de forme irrégulière, à contours indistincts avec atténuation postérieure et caractère dur en élastographie, mesurée à 24 x 17 mm dans le quadrant supéro-externe droit.</p> 
Anatomopathologie	Carcinome lobulaire de grade histopronostique II (Ki67 à 12 %, Récepteurs hormonaux positifs, HER2 négatif).
Angiomammographie	<p>Absence de rehaussement matriciel.</p> <p>Rehaussement masse de forme irrégulière, de contours irréguliers et spiculés avec une prise de contraste hétérogène intense, mesuré à 50 x 48 mm, à 4,5 cm du mamelon, dans le quadrant supéro-externe du sein droit. Présence en regard de sa partie postéro-supérieure d'un second rehaussement masse de forme ronde, à contours indistincts avec une prise de contraste homogène modérée mesuré à 8 x 7 mm.</p>

	 <p data-bbox="555 1115 1369 1182"><i>Clichés recombinaés en incidence de face et oblique externe du sein droit.</i></p>
Dose glandulaire moyenne	3 mGy à droite et 2,1 mGy à gauche
IRM mammaire (+ 7 jours par rapport à l'angiomammographie)	<p data-bbox="555 1323 1369 1391">Tissu fibroglandulaire épars. Absence de rehaussement matriciel.</p> <p data-bbox="555 1435 1369 1608">Rehaussement masse de forme irrégulière à contours spiculés avec une prise de contraste hétérogène selon une courbe de type II, mesuré à 73 x 60 mm, à 1,5 cm du mamelon, dans la partie superficielle du quadrant supéro-externe droit.</p> <p data-bbox="555 1619 1369 1753">Deuxième rehaussement masse à la partie postérieure du premier rehaussement masse, de forme ovale, à contours irréguliers, avec une prise de contraste homogène selon une courbe de type II mesuré à 6 mm.</p> 

	<i>Séquences de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné .</i>
Prise en charge	Mastectomie totale droite avec curage axillaire droit.

*Commentaires :*

Les résultats anatomopathologiques de la pièce opératoire ont mis en évidence la présence d'un carcinome lobulaire infiltrant de grade histopronostique II de 65 mm et le curage axillaire droit a découvert 13 ganglions atteints dont 11 en rupture capsulaire sur les 15 ganglions prélevés.

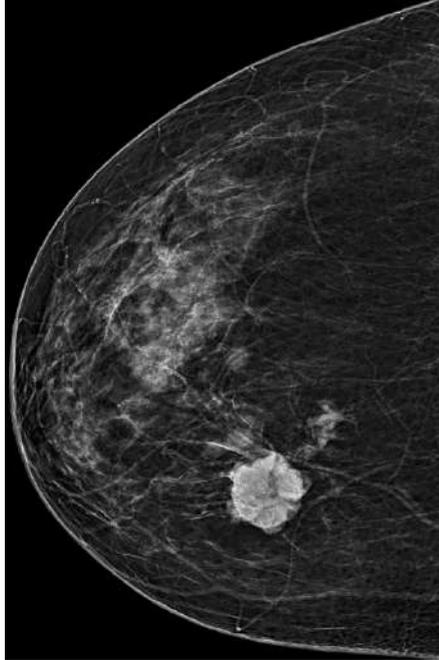
Devant cette atteinte ganglionnaire secondaire, une TEP-TDM a été réalisée, révélant de nombreuses adénopathies sus et sous diaphragmatiques.

Pour mieux caractériser ces lésions, un scanner thoraco-abdomino-pelvien complémentaire fut demandé et montra de nombreuses adénopathies sus et sous diaphragmatiques associées à une infiltration rétro-péritonéale envahissant la paroi vésicale évoquant une carcinose péritonéale.

Devant cette atteinte multi-métastatique, une hormonothérapie a été préconisée.

### Cas n°13

Âge	68 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Hématome post-traumatique du sein droit. Persistance d'une lésion ACR 4 du quadrant inféro-interne du sein droit.
Mammographie standard	Réalisée en ville : masse du quadrant inféro-interne du sein droit.
Echographie mammaire	Réalisée en ville : masse de 22 mm du quadrant inféro-interne du sein droit.
Anatomopathologie	Carcinome canalaire infiltrant de grade histopronostique II, non spécifique (Ki 67 à 25 %, Récepteurs hormonaux positifs, HER2 négatif).
Bilan pré-opératoire de relecture des mammographies réalisées en ville	Doute sur une distorsion rétro-aréolaire gauche associée à une masse se projetant à l'union des quadrants supérieurs. Devant ces constatations, réalisation d'une tomosynthèse de face bilatérale complémentaire.
Tomosynthèse	Densité mammaire de type B.  Sein droit : Masse de forme ronde, à contours micro lobulés, de forte densité, mesurée à 23 x 20 mm, à 6 cm du mamelon, dans le quadrant inféro-interne.

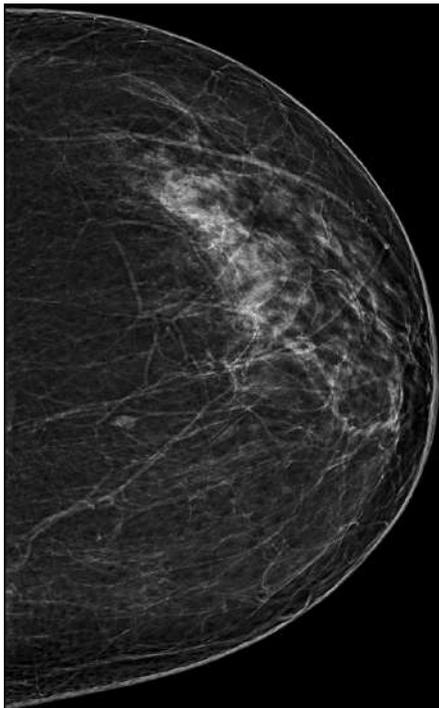


*Incidence de face du sein droit.*

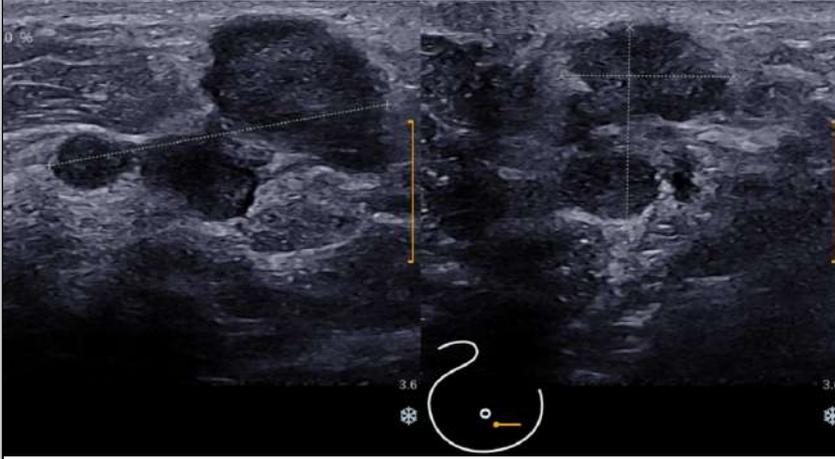
Sein gauche :

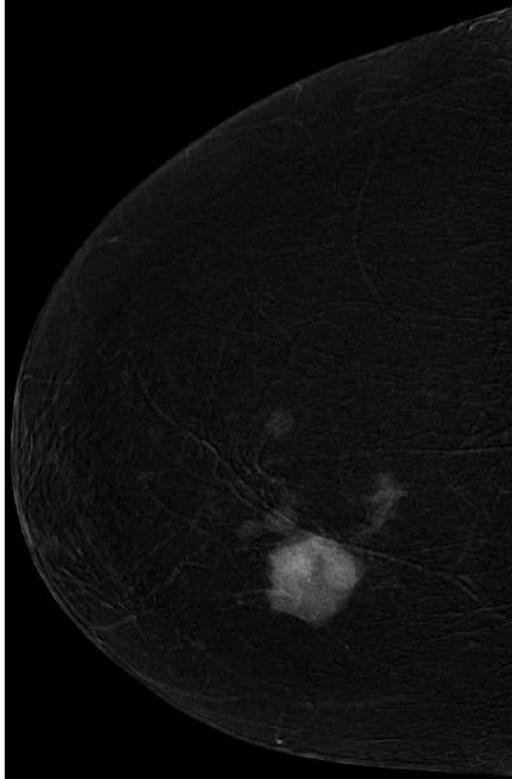
Dissociation de la pseudo distorsion rétro-aréolaire, en faveur de son caractère bénin.

Masse de forme ovale à contours circonscrits, de faible densité, mesurée à 7 x 3 mm, à 11 cm du mamelon à l'union des quadrants supérieurs.



*Incidence de face du sein gauche.*

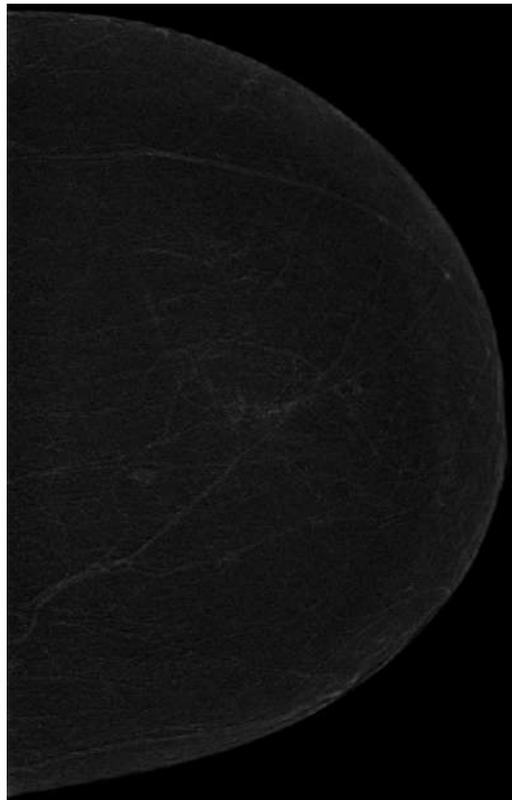
Echographie mammaire	<p>Sein droit :</p> <p>Masse principale hypoéchogène de forme ovale à contours anguleux, d'orientation parallèle au plan cutané, sans atténuation postérieure mesurée à 16 x 17 mm dans le quadrant inféro-interne.</p> <p>Apparition de trois masses au contact, hypoéchogène de forme ovale, à contours circonscrits, d'orientation parallèle à la peau, sans atténuation postérieure</p>  <p>Sein gauche :</p> <p>Absence de correspondance avec l'opacité visualisée.</p>
Angiomammographie	<p>Rehaussement matriciel absent</p> <p>Sein droit :</p> <p>Rehaussement masse de forme ronde, à contours irréguliers, avec une prise de contraste intense mesuré à 32 mm, à 7 cm du mamelon.</p> <p>Quatre rehaussements masses satellites de formes irrégulières, à contours indistincts avec une prise de contraste modérée dont le plus externe est à 2 cm de la masse principale.</p> <p>Le diamètre lésionnel extrême est mesuré à 6 cm.</p>



*Cliché recombiné en incidence de face du sein droit.*

Sein gauche :

Absence de rehaussement suspect. Le nodule est donc classé ACR 2.



	<i>Cliché recombinaé en incidence de face du sein gauche.</i>
Dose glandulaire moyenne	2,76 mGy à droite et 2,6 mGy à gauche
Prise en charge	Mastectomie droite partielle avec ganglion sentinelle.

*Commentaires :*

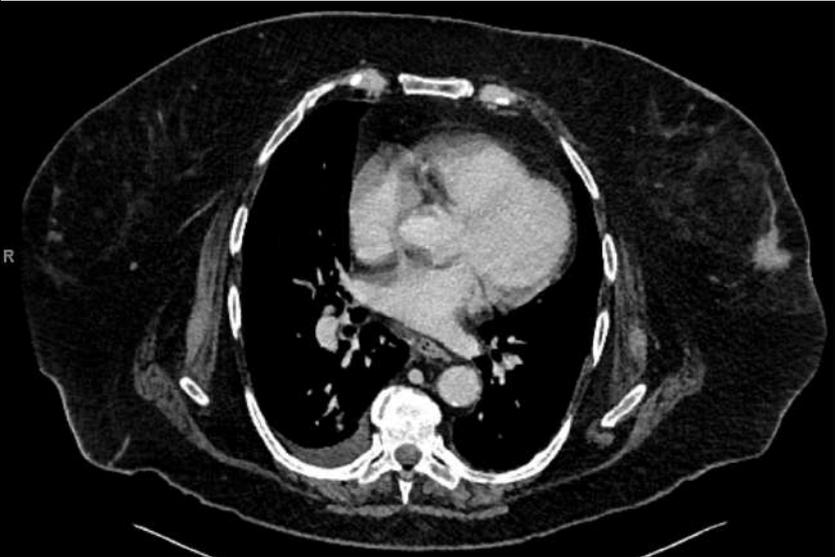
Dans ce cas, la patiente a pu bénéficier de l'angiomammographie au cours de la consultation de relecture. Les délais pour une IRM mammaire étant d'une à deux semaines, on peut estimer que la patiente a donc pu raccourcir le délai de sa prise en charge.

De plus, l'angiomammographie a permis de détecter un nodule satellite supplémentaire (visualisé par la suite sur l'échographie de deuxième intention).

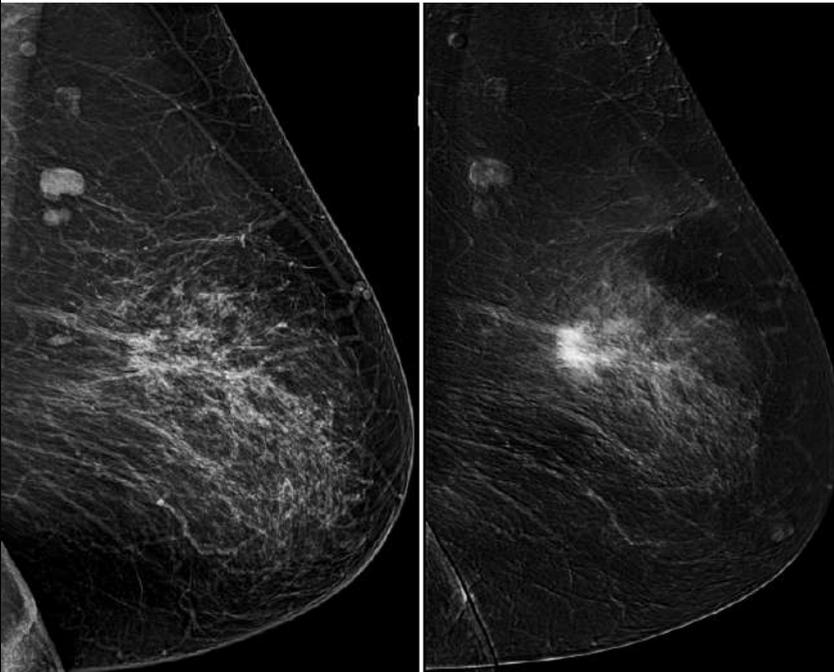
La pièce opératoire a montré une lésion de 40 mm, un deuxième foyer de 5 mm et des marges saines. L'histologie du ganglion sentinelle a mis en évidence la présence de cellules tumorales isolées.

Devant ces constatations, il a été préconisé de réaliser une chimiothérapie adjuvante suivie d'une radiothérapie adjuvante et d'une hormonothérapie adjuvante.

## Cas n°14

Âge	71 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Néoplasie mammaire chez la mère à 60 ans.
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	<p>Recherche d'un foyer infectieux profond par un scanner thoraco-abdomino-pelvien et découverte d'une masse irrégulière du sein gauche avec adénomégalies axillaires gauche.</p>  <p><i>Scanner thoracique en coupe axiale</i></p>
Echographie mammaire	<p>La mammographie étant impossible en raison de l'altération de l'état général, l'échographie mammaire sur brancard a montré une masse hypoéchogène, de forme irrégulière, à contours indistincts, avec atténuation postérieure et caractère intermédiaire à l'élastographie mesurée à 40 x 36 mm à l'union des quadrants externes du sein gauche.</p> <p>Adénomégalies axillaires gauche.</p>

Anatomopathologie	<p>Adénocarcinome lobulaire infiltrant de grade histopronostique II (Ki 67 à 15 %, récepteurs hormonaux positifs, HER2 négatif).</p>
Angiomammographie	<p>Réalisée chez cette patiente claustrophobe contre indiquant l'IRM mammaire.</p> <p>Densité mammaire de type C. Rehaussement matriciel modéré prédominant à gauche.</p> <p>Rehaussement masse de forme irrégulière, à contours spiculés, avec une prise de contraste intense mesuré à 35 x 29 mm, à 8 cm du mamelon, du quadrant supéro-externe du sein gauche .</p>

	<p><i>Clichés de basse énergie et recombinaison en incidence de face du sein gauche.</i></p>  <p><i>Clichés de basse énergie et recombinaison en incidence oblique externe du sein gauche.</i></p>
Dose glandulaire moyenne	3,1 mGy à droite et 4,7 mGy à gauche
Prise en charge	Hormonothérapie néo-adjuvante.

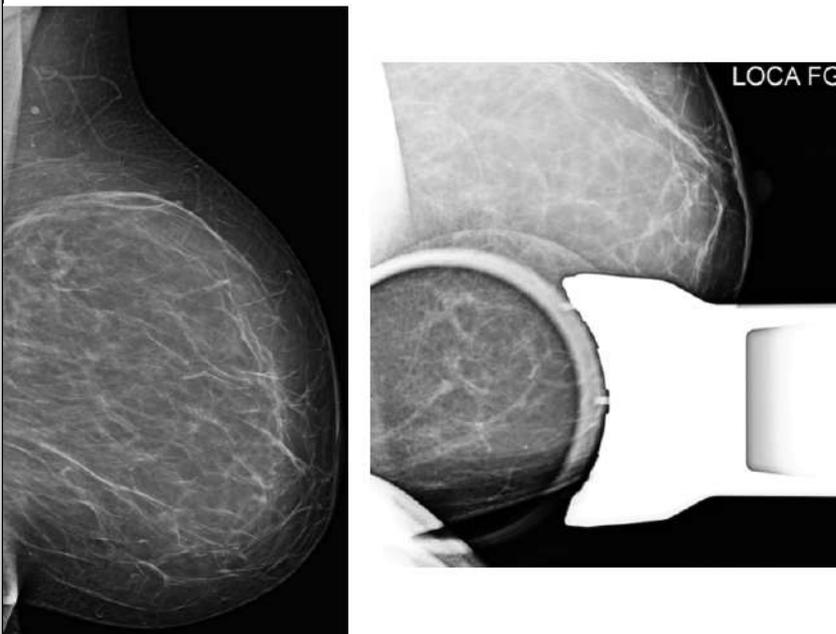
*Commentaires :*

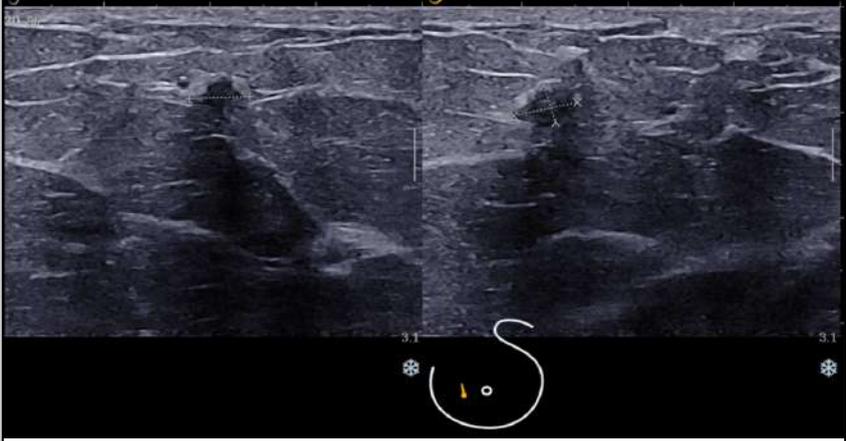
Le carcinome lobulaire infiltrant est une indication théorique à réaliser une IRM mammaire dans le bilan initial. Toutefois la patiente étant claustrophobe sévère, l'IRM n'a pas pu être réalisée et c'est pourquoi seule une angiommammographie a été effectuée.

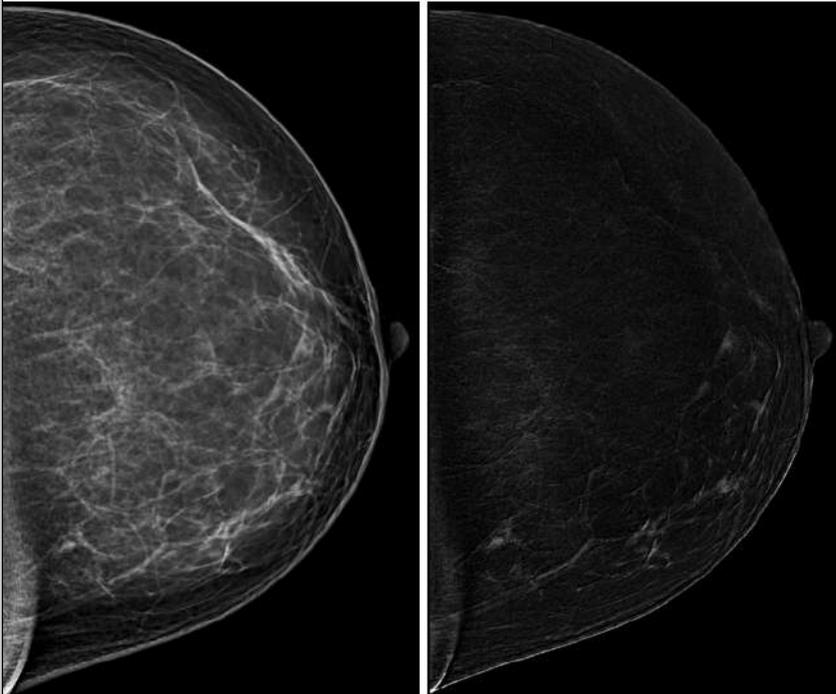
Le TEP-TDM n'a pas montré de lésions d'allure secondaire.

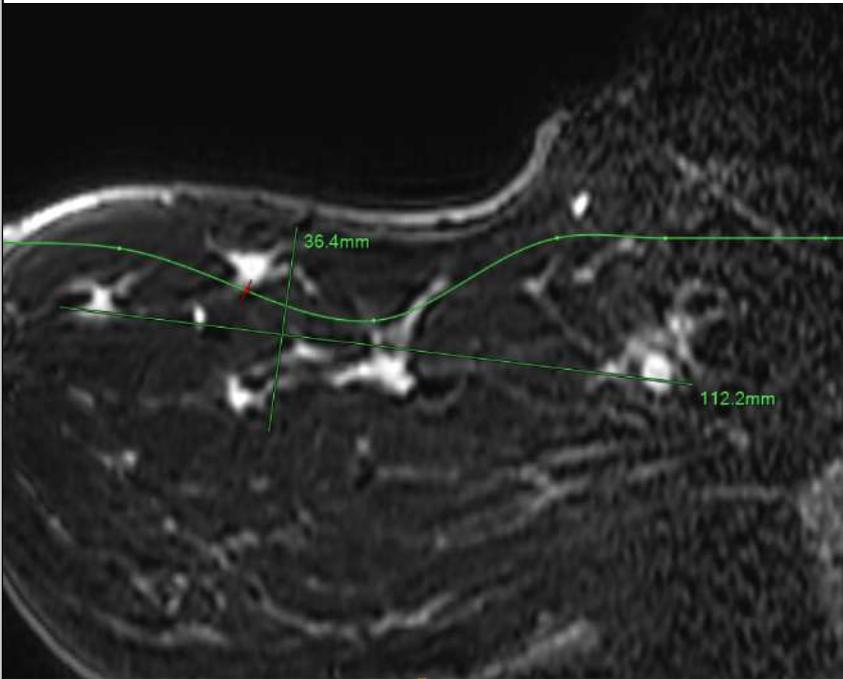
En raison d'une importante altération de l'état général, impossibilité de réaliser une prise en charge chirurgicale initiale.

## Cas n°15

Âge	47 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Néoplasie mammaire chez la mère à l'âge de 50 ans.
Ménopause	Non
Motif de consultation initial	Dépistage individuel.
Mammographie standard	<p>Densité mammaire de type B. Asymétrie focale de densité inféro-interne du sein gauche persistant sur le cliché localisé avec compression centrée, à 7,5 cm du mamelon.</p>  <p><i>Clichés en incidence oblique externe et localisé de face du sein gauche.</i></p>
Incidences et dose glandulaire moyenne	Clichés faces, tomosynthèse oblique bilatérale, obliques externes bilatéraux, cliché localisé de face gauche avec compression centrée et tomosynthèse face gauche. 7,08 mGy à droite et 10,59 mGy à gauche.
Echographie mammaire	Masse hypoéchogène de forme ovale, de contours circonscrits, d'orientation non parallèle au plan cutané avec atténuation postérieure, mesuré à 6 x 4 mm dans le

	<p>quadrant inféro-interne du sein gauche, ne semblant pas correspondre à l'anomalie visualisée en mammographie.</p> 
Prise en charge	Lésion du sein gauche classée ACR 3. Indication d'un contrôle à 4 mois.
Mammographie de contrôle à 4 mois	Globale stabilité de l'asymétrie focale de densité interne du sein gauche.
Echographie mammaire de contrôle à 4 mois	<p>Deux masses hypoéchogènes de forme ronde, à contours non circonscrits, non parallèles au plan cutané, sans atténuation postérieure mesurées à 5 mm dans le quadrant supéro-externe du sein gauche.</p> <p>Indication d'une microbiopsie échoguidée.</p> 
Anatomopathologie	Carcinome canalaire infiltrant de grade histopronostique II (Ki 67 à 5 %, Récepteurs hormonaux positifs, HER2 négatif).
Angiomammographie	Rehaussement matriciel absent.

	<p>Rehaussements non masses modérés linéaires infra-centimétriques en regard de l'asymétrie focale de densité. Le diamètre lésionnel extrême est mesuré à 9,2 cm.</p>  <p><i>Clichés en basse énergie et recombinaison en incidence de face du sein gauche.</i></p>
Dose glandulaire moyenne	7,3 mGy à droite et 4,8 mGy à gauche
Echographie mammaire de deuxième intention	Au décours de l'angiomammographie, échographie montrant deux autres masses hypoéchogènes de forme ronde et à contours réguliers, sans atténuation postérieure sur le même rayon mais plus profonds et mesurés à 6 mm et 3 mm.
Anatomopathologie	L'étude anatomopathologique a révélé que la lésion la plus profonde ne comportait pas de cellules tumorales. Toutefois la deuxième lésion est revenue positive pour carcinome canalaire infiltrant.
IRM mammaire (+15 jours par rapport à l'angiomammographie)	<p>Tissu fibro-glandulaire épars. Rehaussement matriciel faible symétrique.</p> <p>Plusieurs rehaussements masses de forme ronde, à contours réguliers, avec une prise de contraste homogène selon une courbe de type II des quadrants internes du</p>

	<p>sein droit et dont le diamètre lésionnel extrême est mesuré à 10 cm.</p>  <p><i>Séquence sagittale T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné .</i></p>
Prise en charge	Mastectomie partielle du sein gauche avec prélèvement du ganglion sentinelle.

*Commentaires :*

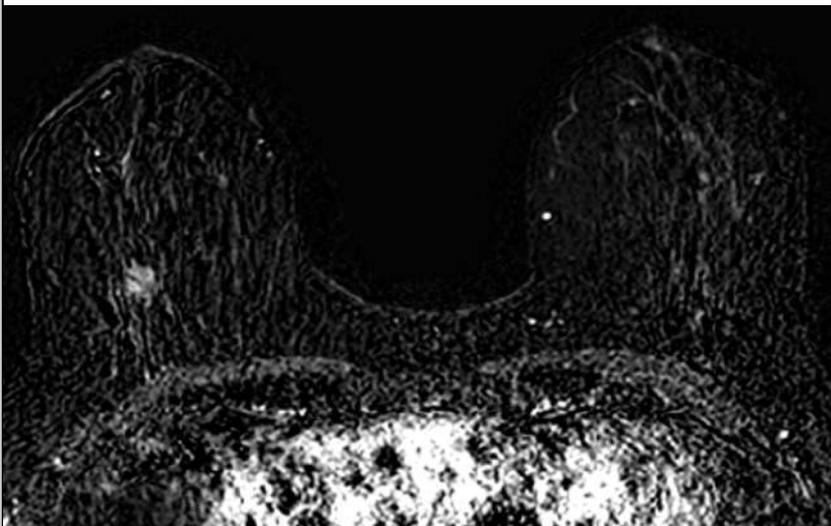
A noter ici l'avantage de l'angiomammographie qui est plus facilement disponible. Ainsi, dans ce cas avec un délai de deux semaines d'intervalle avec l'IRM mammaire, l'angiomammographie a permis de réaliser les microbiopsies plus rapidement et d'obtenir les résultats d'anatomopathologie le jour de l'IRM mammaire.

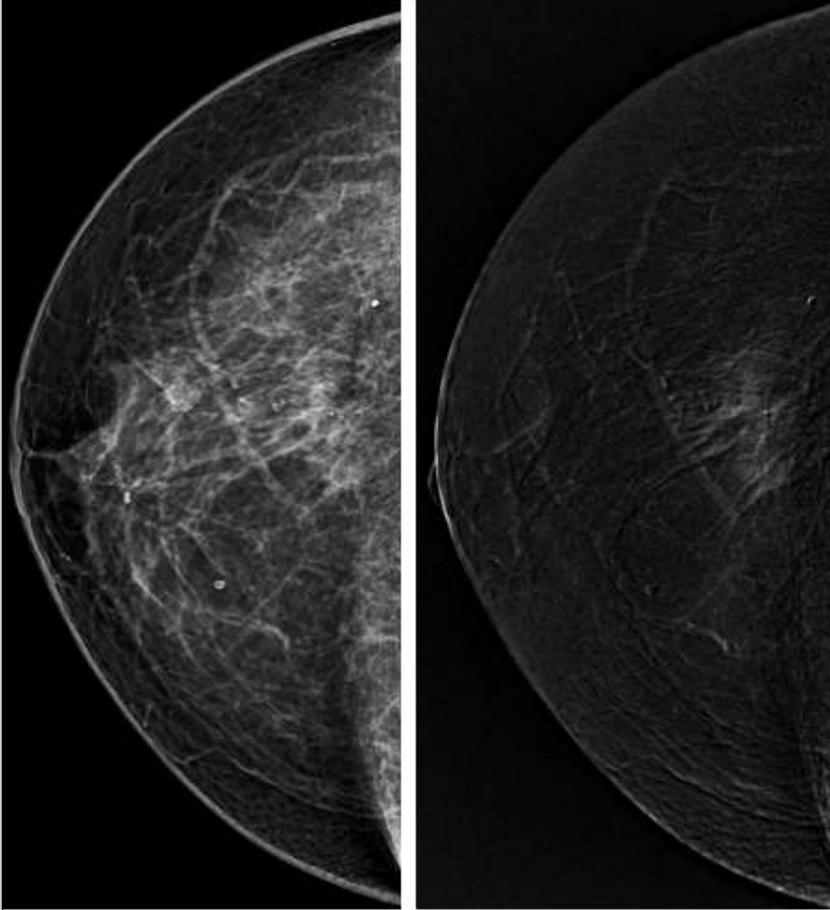
La pièce opératoire a montré deux foyers de carcinome et des lésions de carcinome canalaire in situ, étendues, atteignant les marges d'exérèse latérales inférieures. Les ganglions sentinelles prélevés étaient histologiquement négatifs.

Une reprise chirurgicale des berges dans les suites a montré, à nouveau, des lésions in situ des limites inférieures et supérieures. Devant ces constatations, une

décision de mastectomie totale du sein gauche a été prise avec la patiente. Une hormonothérapie complémentaire a également été mise en place.

## Cas n°16

Âge	72 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Découverte par la patiente d'une rétraction cutanée à l'union des quadrants inférieurs du sein droit.
Mammographie standard	Réalisée en ville : Masse ACR 5 de 12 mm de l'union des quadrants inférieurs du sein droit
Anatomopathologie	Carcinome lobulaire infiltrant de grade histopronostique I (Ki 67 à 3 %, récepteurs hormonaux positifs, HER2 négatif).
IRM mammaire	<p>Tissu fibroglandulaire épars. Absence de rehaussement matriciel.</p> <p>Rehaussement masse de forme ovale, à contours spiculés, avec une prise de contraste homogène selon une courbe de type I mesuré à 20 x 14 mm, à 5,5 cm du mamelon, à l'union des quadrants inférieurs droits.</p>  <p><i>Séquence de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné (image de soustraction).</i></p>

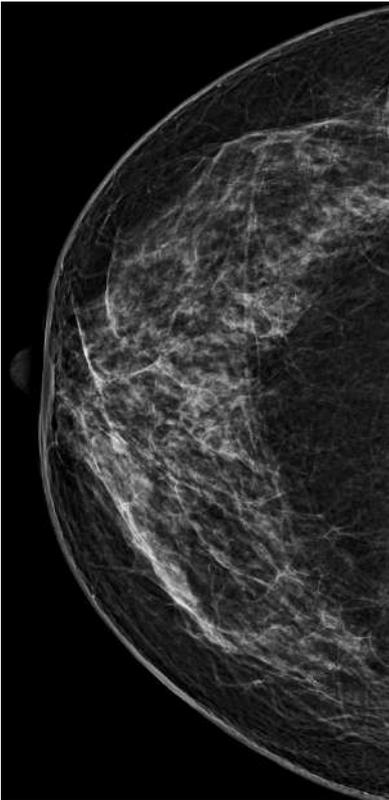
<p>Angiomammographie (+ 2 semaines par rapport à l'IRM mammaire)</p>	<p>Densité mammaire de type B. Rehaussement matriciel absent.</p> <p>Rehaussement masse de forme irrégulière, à contours indistincts avec une prise de contraste hétérogène faible mesuré à 27 x 14 mm, à 5 cm du mamelon, à l'union des quadrants inférieurs droits.</p>  <p><i>Clichés en basse énergie et recombinaison en incidence de face du sein droit.</i></p>
<p>Dose glandulaire moyenne</p>	<p>2,9 mGy à droite et 2,6 mGy à gauche</p>
<p>Prise en charge</p>	<p>Mastectomie partielle droite et prélèvement du ganglion sentinelle.</p>

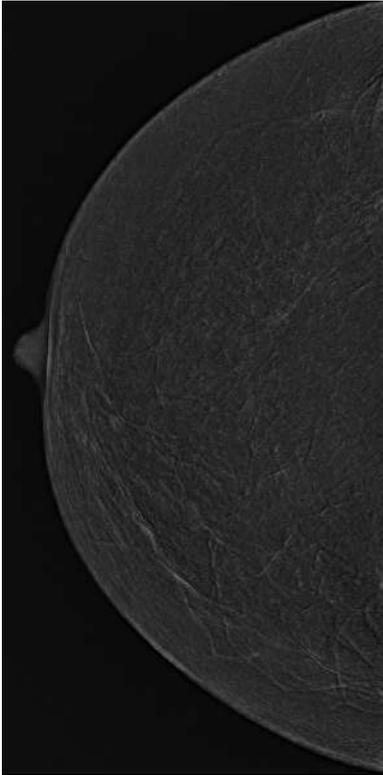
*Commentaires :*

L'exérèse chirurgicale a retrouvé des berges saines et des ganglions non atteints.

Un complément par radiothérapie externe et hormonothérapie a été mis en place.

## Cas n°17

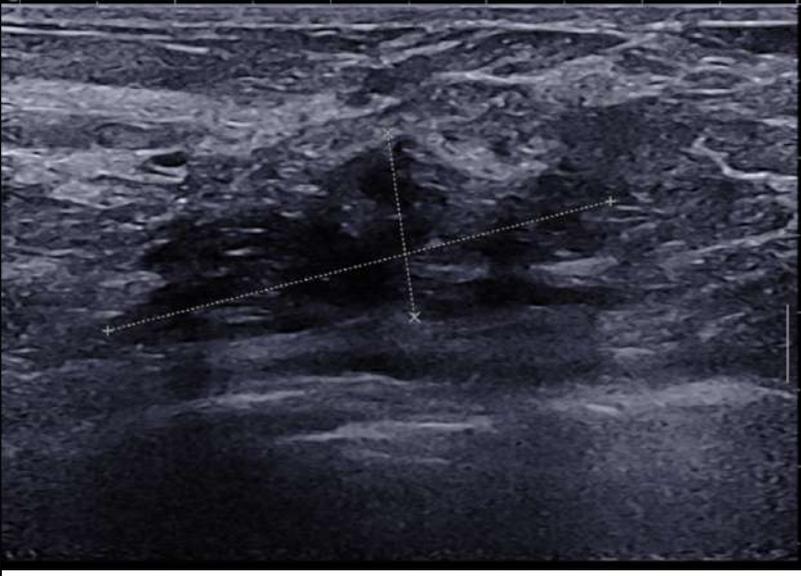
Âge	51 ans
Antécédent personnel mammaire	Carcinome canalaire infiltrant du sein gauche traité par chimiothérapie néo-adjuvante, mastectomie totale gauche et radiothérapie externe.
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Motif de consultation initial	Surveillance oncologique annuelle systématique.
Mammographie standard	<p>Densité mammaire de type C Doute sur une distorsion architecturale du quadrant externe du sein droit, à 10 cm du mamelon, visible sur une seule incidence (face).</p>  <p><i>Cliché en incidence de face du sein droit.</i></p>
Incidences et dose glandulaire moyenne	Face, profil, tomosynthèse en oblique externe et en face externe. 5,59 mGy à droite

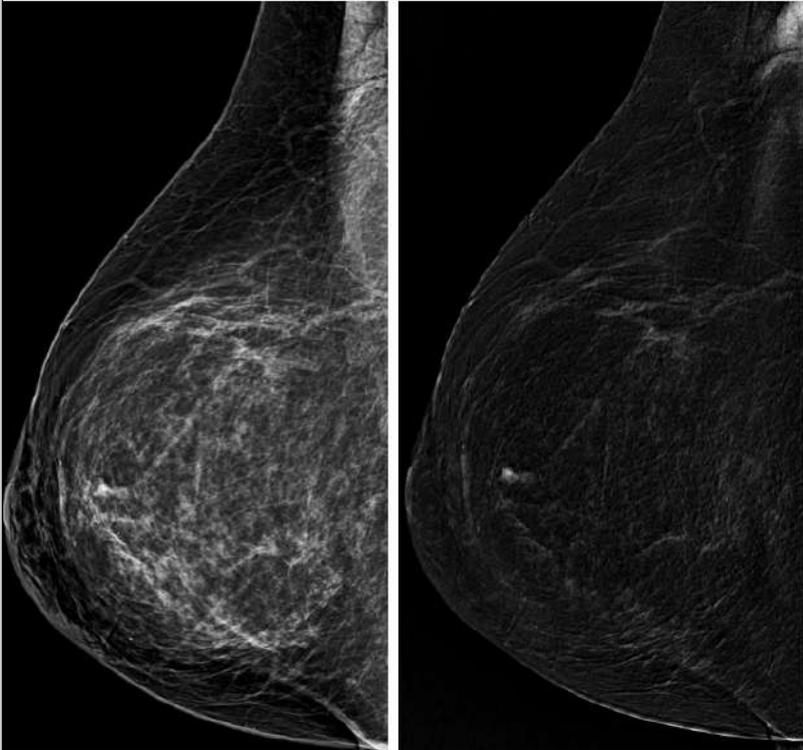
Echographie mammaire	Absence de lésion visualisée.
Angiomammographie	<p>Absence de rehaussement matriciel Absence de rehaussement suspect.</p>  <p><i>Cliché recombiné en incidence de face du sein droit.</i></p>
Dose glandulaire moyenne	3,1 mGy à droite.
Prise en charge	Examen classé ACR 1. Poursuite de la surveillance annuelle.

*Commentaires :*

Le rendez-vous d'angiomammographie a été obtenu en une semaine et a permis de classer la lésion en ACR 1.

## Cas n°18

Âge	53 ans
Antécédent personnel mammaire	Réduction mammaire bilatérale.
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Non
Motif de consultation initial	Douleurs mammaires inféro-externes droites associées à une induration en regard, sans masse palpable.
Mammographie standard	Densité de type B. Absence de distorsion architecturale, de masse ni de microcalcifications suspectes.
Incidences et dose glandulaire moyenne	Face, oblique, tomosynthèse de face bilatérale. 5,1 mGy à droite et 4,9 mGy à gauche
Echographie mammaire	<p>En regard de l'induration du sein droit, masse hypoéchogène de forme irrégulière, à contours indistincts, d'orientation parallèle au plan cutané et avec une discrète atténuation postérieure, mesurée à 37 x 12 mm dans le quadrant inféro-externe du sein droit.</p> 
Angiomammographie	Rehaussement matriciel minime symétrique. Absence de rehaussement suspect.

	
Dose glandulaire moyenne	3,11 mGy à droit et 3,47 mGy à gauche
Prise en charge	L'examen est classé ACR 2 avec poursuite du dépistage organisé.

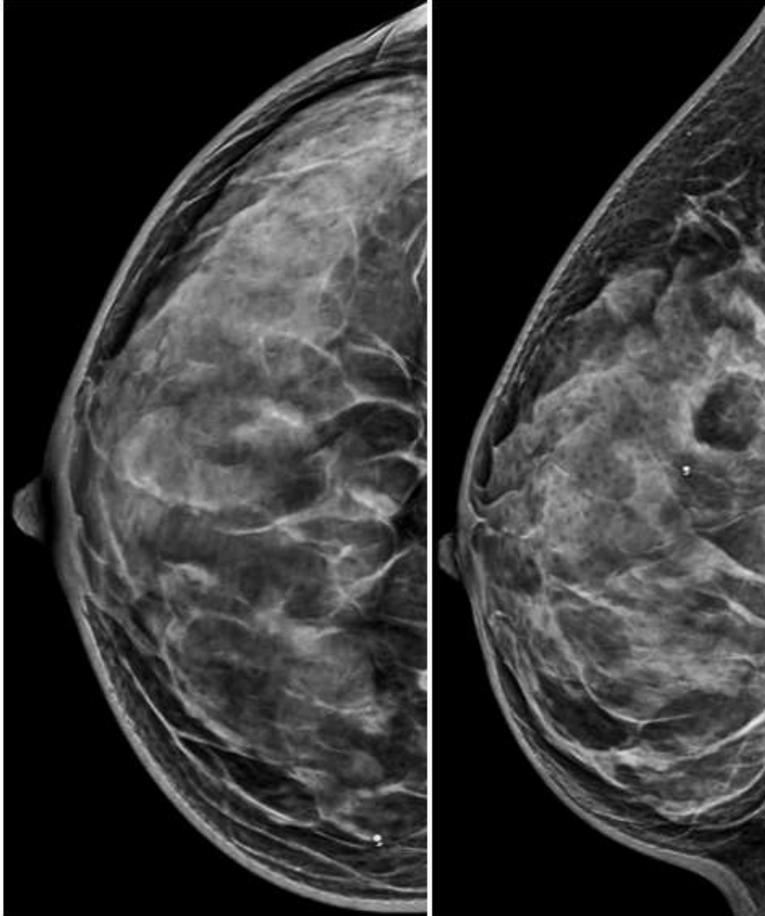
*Commentaires :*

Le délai de rendez-vous pour l'angiomammographie était de six jours.

Elle a permis d'éliminer un rehaussement masse ou non masse et a donc reclassé l'examen ACR 2.

## Cas n°19

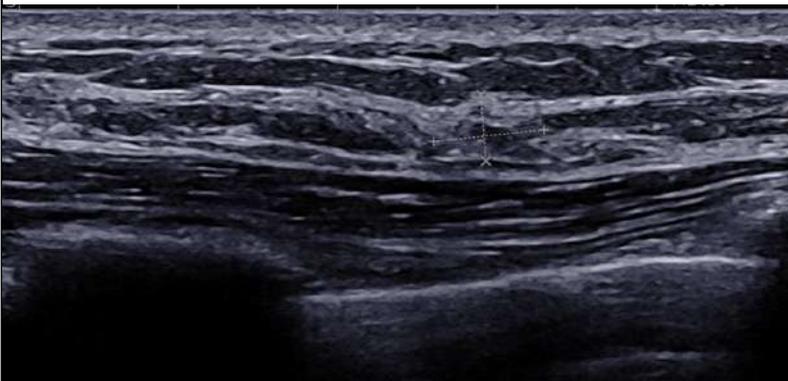
Âge	54 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Néoplasie mammaire chez la soeur à 50 ans.
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Auto-palpation d'un nodule infra-centimétrique du sein droit.
Mammographie standard et échographie mammaire	Réalisées en ville : Microcalcifications dans le prolongement axillaire droit. En échographie : masse hypoéchogène de 7,5 mm quadrant supéro-externe droit.
Anatomopathologie	Carcinome canalaire infiltrant non spécifique de grade histopronostique III (Ki 67 à 25 %, récepteurs hormonaux positifs, HER2 négatif).
Repérage pré-opératoire	Mammographie: Densité mammaire de type D. Masse de forme ronde, à contours circonscrits, de faible densité, mesurée à 7 mm, à 7 cm du mamelon, du quadrant supéro-interne du sein droit.

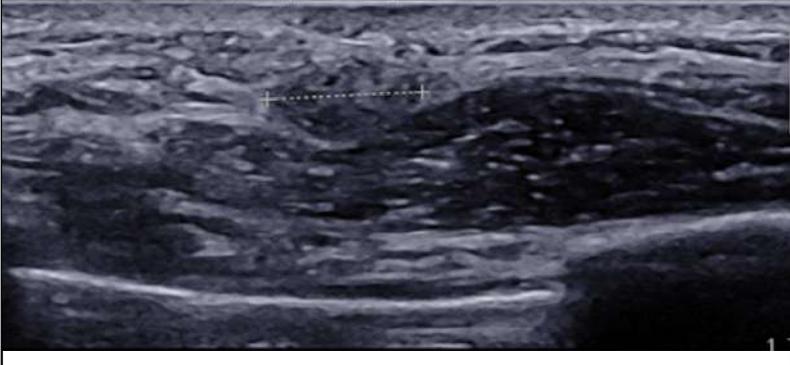


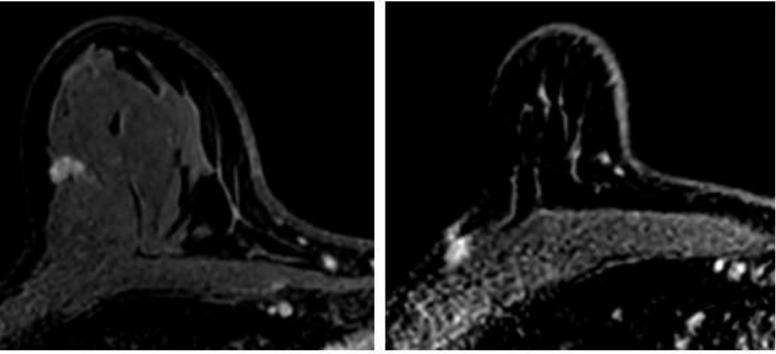
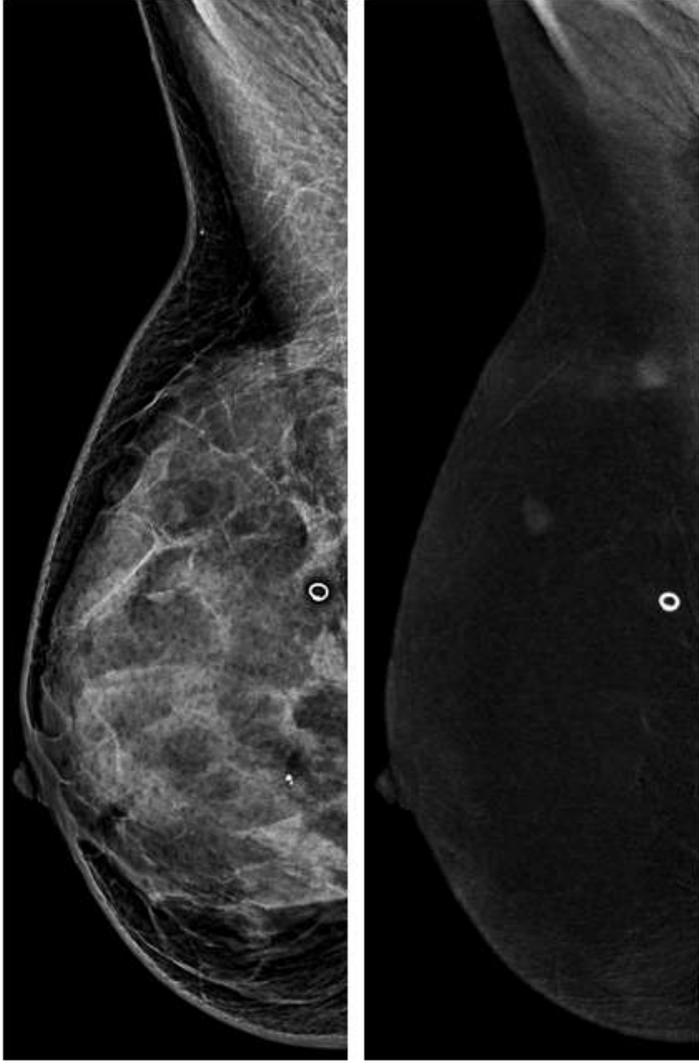
*Incidence de face et en oblique externe du sein droit.*

Echographie:

Masse isoéchogène, de forme ovale, à contours indistincts, d'orientation non parallèle au plan cutané, sans atténuation postérieure, mesurée à 9x5 mm dans le quadrant supéro-interne droit. Microbiopsie échoguidée réalisée en raison d'un doute sur une multifocalité.



	<p>Non visualisation des microcalcifications pré-pectorales, précédemment décrites, en mammographie mais visualisée en échographie dans le quadrant supéro-externe droit comme une masse hypoéchogène de forme ovale, à contours circonscrits, d'orientation parallèle au plan cutané, sans atténuation postérieur mesuré à 5 x 3 mm.</p> 
Anatomopathologie de la lésion du quadrant supéro-interne	Aspect de fibrose.
IRM mammaire	<p>Tissu fibroglandulaire dense. Rehaussement matriciel minime symétrique.</p> <p>Rehaussement masse de forme ovale, à contours circonscrits, avec une prise de contraste hétérogène selon une courbe de type II mesuré à 8x6mm, à 4 cm du mamelon, de la partie moyenne du quadrant supéro-externe droit.</p> <p>Deuxième rehaussement masse de forme ovale, à contours spiculés, avec une prise de contraste hétérogène selon une courbe de type III mesuré à 8 x 5 mm, à 9 cm du mamelon, dans la partie profonde du quadrant supéro-externe droit, sans envahissement du muscle pectoral.</p> <p>Masse de forme ronde, à contours réguliers sans rehaussement du quadrant supéro-interne droit, au contact du clip.</p>

	 <p data-bbox="555 577 1331 656"><i>Séquences de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné.</i></p>
<p data-bbox="177 678 550 719">Angiomammographie</p>	<p data-bbox="555 678 1082 719">Absence de rehaussement matriciel.</p>  <p data-bbox="555 1805 1331 1883"><i>Clichés en basse énergie et recombinaison en incidence oblique externe du sein droit.</i></p> <p data-bbox="555 1928 1331 2007">Rehaussement masse de forme ovale, à contours indistincts avec une prise de contraste hétérogène</p>

	modérée, mesuré à 8 x 5 mm, à 6 cm du mamelon, dans le quadrant supéro-externe. Deuxième rehaussement masse de forme irrégulière, à contours indistincts avec avec une prise de contraste hétérogène modérée, mesuré à 7 x 6 mm, à 10 cm du mamelon, dans le quadrant supéro-externe plus externe.  Absence de prise de contraste au contact du clip.
Dose glandulaire moyenne	3,3 mGy à droite et 3,7 mGy à gauche
Échographie de deuxième intention	Absence de lésion cible en échographie de la deuxième prise de contraste supéro-externe du sein droit. Une biopsie sous angiommammographie est donc organisée au Centre Oscar Lambret.
Anatomopathologie de la seconde lésion du quadrant supéro-interne	Fibroadénome sans critère d'atypie.
Prise en charge	Mastectomie partielle droite et ganglion sentinelle.

*Commentaires :*

L'exérèse chirurgicale a montré que la composante in situ autour du foyer de carcinome infiltrant était à 1 mm seulement des limites de l'exérèse chirurgicale.

L'histologie des ganglions sentinelles était négative.

Afin de diminuer le risque de récurrence, une décision de reprise chirurgicale a été prise.

Cette reprise chirurgicale a permis l'exérèse d'un foyer de 9 mm de carcinome in situ avec des berges latérales saines de 5 mm.

Un complément par radiothérapie externe et hormonothérapie a donc été mis en place.

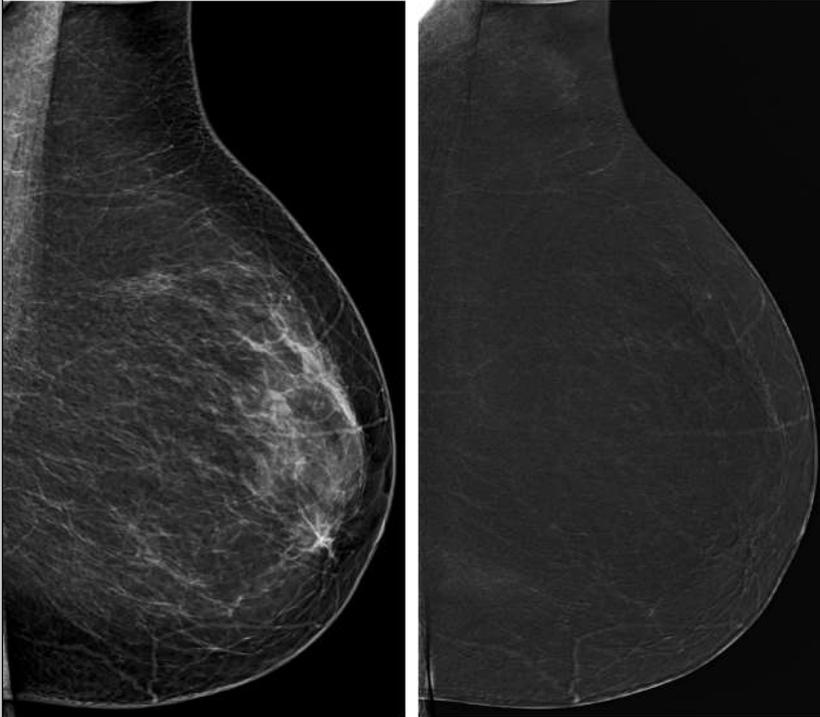
Dans ce cas, on constate que l'IRM mammaire et l'angiommammographie ont toutes les deux été responsables d'un faux positif.

A noter également que seule l'incidence oblique externe permettait de visualiser les microcalcifications associées à la prise de contraste nodulaire.

Dans ce cas, la lésion supéro-externe droite était pré-pectorale et l'IRM permettait d'affirmer l'absence d'extension au muscle grand pectoral. L'angiomammographie ne permet pas de donner ce type d'informations, ce qui peut être une limite de son utilisation.

## Cas n°20

Âge	58 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Découverte de lésions secondaires osseuses. Recherche de lésions primitives.
Mammographie standard	Densité mammaire type B. Distorsion architecturale, à 5 cm du mamelon, dans le quadrant inféro-interne du sein gauche.  <i>Cliché oblique externe du sein gauche.</i>

Incidences et dose glandulaire moyenne	Face, tomosynthèse oblique bilatérale, profil gauche et tomosynthèse de face gauche. 3,4 mGy à droite et 4,9 mGy à gauche
Echographie mammaire	Absence de lésion suspecte visualisée.
Angiomammographie	Absence de rehaussement matriciel. Absence de rehaussement suspect.
	 <p><i>Clichés en basse énergie et recombinaison en incidence oblique externe du sein gauche.</i></p>
Dose glandulaire moyenne	3,2 mGy à droite et 3,17 mGy à gauche
Prise en charge	La distorsion architecturale classe la lésion du sein droit en ACR4. Toutefois en raison de l'absence de prise de contraste, de l'absence de cible en échographie, de l'absence de fixation sur le TEP-scanner et de la découverte de la lésion primitive, aucune biopsie n'a été réalisée. De ce fait, il a été décidé de classer la lésion ACR4 et d'effectuer une surveillance adaptée.

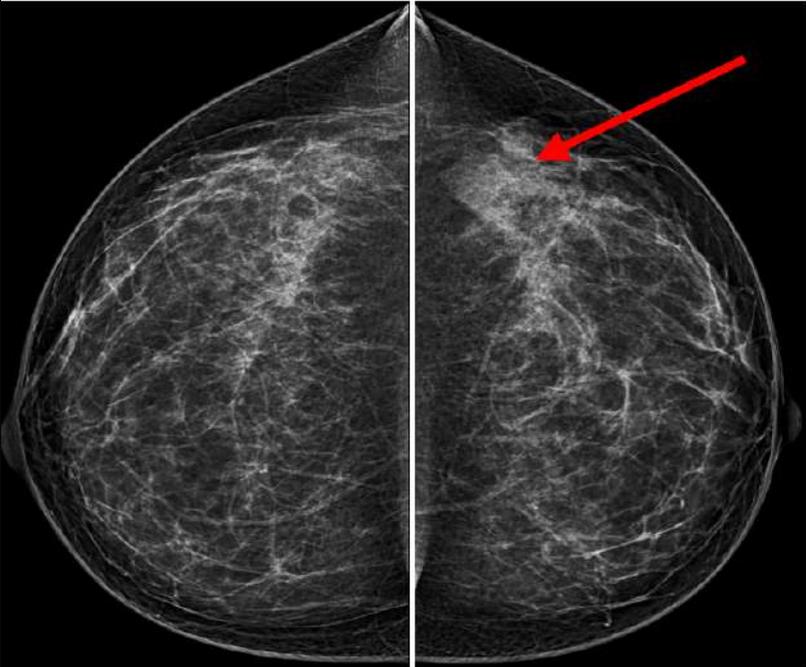
*Commentaires :*

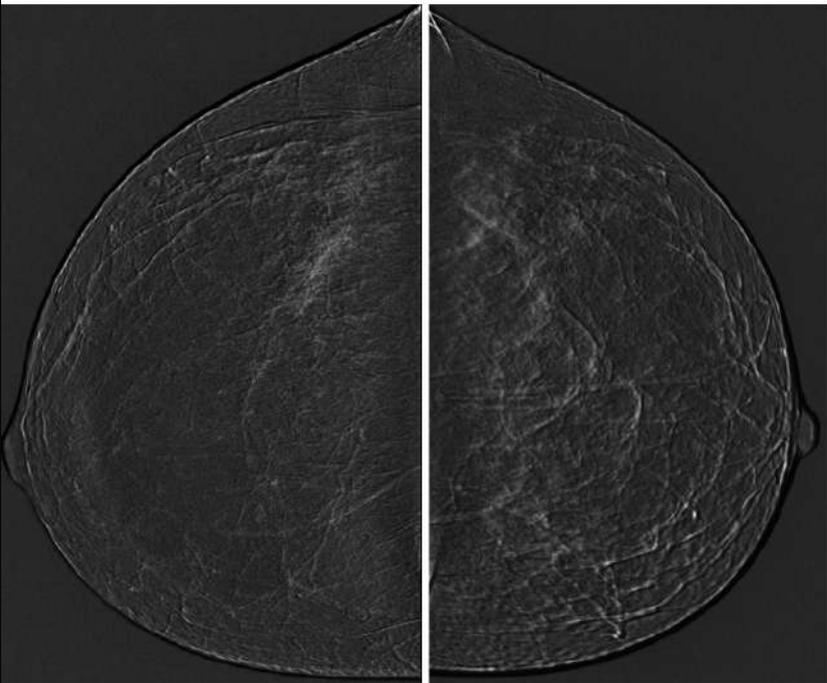
Le contrôle évolutif à quatre mois a montré une stabilité de la distorsion architecturale du quadrant inféro-interne du sein gauche sans traduction échographique.

Un contrôle évolutif à 8 mois a donc été préconisé.

Le TEP-TDM réalisé n'a pas montré d'autre point d'appel pour un primitif. Après plusieurs explorations notamment biologiques, il a été finalement découvert un myélome multiple à chaînes légères.

## Cas n°21

Âge	40 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Non
Motif de consultation initial	Patiente prise en charge pour une périartérite noueuse. TEP-TDM mettant en évidence une hyperfixation supéro-externe du sein gauche
Mammographie standard	<p>Densité mammaire de type C. Asymétrie focale de densité supéro-externe du sein gauche, se dissociant sur la tomosynthèse.</p>  <p><i>Clichés en incidence de face du sein droit et du sein gauche.</i></p>
Incidences et dose glandulaire moyenne	Faces, tomosynthèses obliques bilatérales 4,8 mGy à droite et 5,2 mGy à gauche
Echographie mammaire	Asymétrie de l'épaisseur glandulaire du quadrant supéro-externe du sein gauche. Absence de masse visualisée.
Angiomammographie	Rehaussement matriciel modéré symétrique.

	<p>Absence de rehaussement suspect.</p>  <p>Clichés recombinaés en incidence de face du sein droit et du sein gauche.</p>
Dose glandulaire moyenne	4,07 mGy à droite et 4,8 mGy à gauche
Prise en charge	Devant l'asymétrie de densité et le contexte d'hyperfixation en TEP-TDM l'examen a été classé ACR 3 à gauche avec contrôle mammographique et échographique unilatéral à 4 mois.

*Commentaires :*

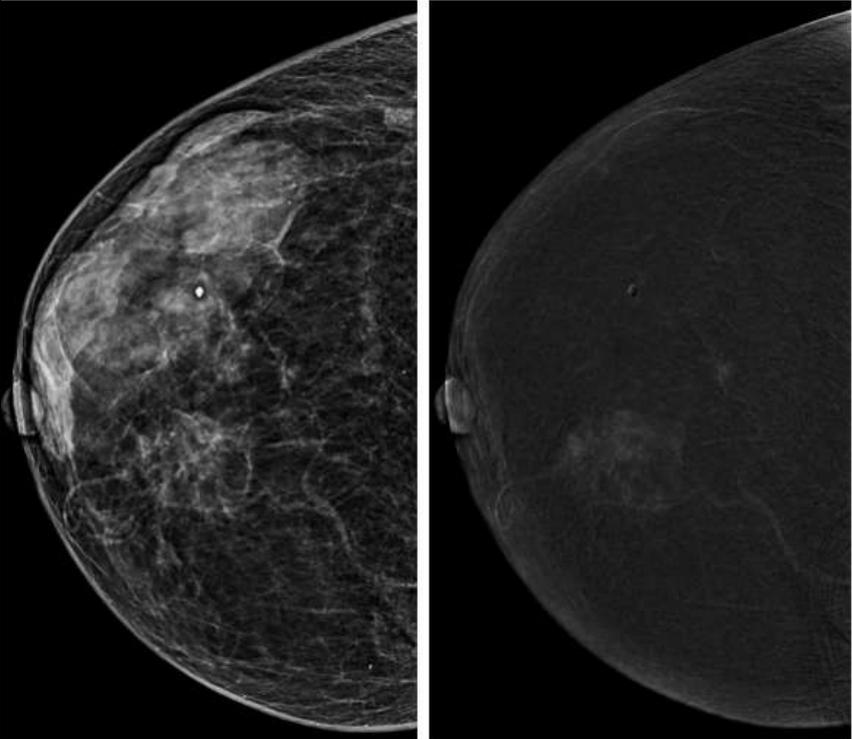
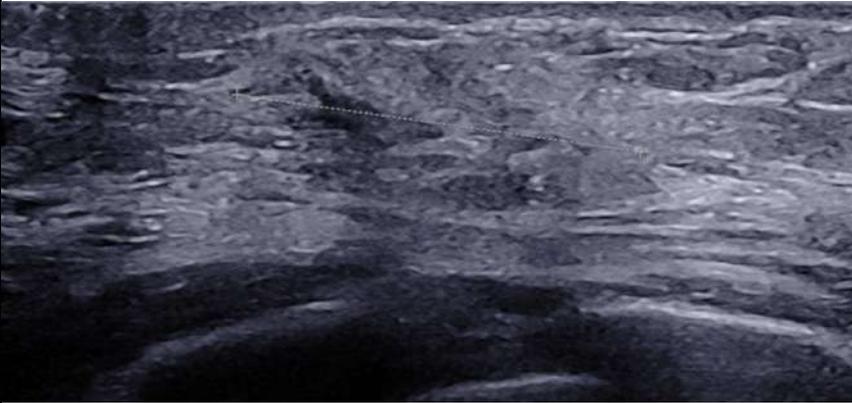
La mammographie et l'échographie mammaire initiale n'ont pas détecté d'anomalie significative, ce qui classait l'examen ACR 2 de manière bilatérale.

Toutefois, en raison de l'hyperfixation au TEP-TDM un complément par angiommammographie a été effectué.

## Cas n°22

Âge	84 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Autopalpation d'une masse du sein droit.
Mammographie standard et échographie mammaire	Réalisées en ville : Masse de 22 mm à l'union des quadrants inférieurs du sein droit.
Anatomopathologie	Carcinome lobulaire infiltrant de grade histopronostique II (Ki67 à 3 %, récepteurs hormonaux positifs et HER2 négatif).
IRM mammaire	<p>Tissu fibroglandulaire épars. Absence de rehaussement matriciel.</p> <p>Rehaussement masse de forme irrégulière, à contours irréguliers, avec une prise de contraste hétérogène selon une courbe de type II, mesuré à 32 x 22 mm, à 3 cm du mamelon, à la partie superficielle l'union des quadrants inférieurs du sein droit.</p> <p>Deuxième rehaussement masse de forme irrégulière, à contours spiculés avec une prise de contraste homogène selon une courbe de type III mesuré à 6 mm, à 5 cm du mamelon, à la partie moyenne de l'union des quadrants supérieurs.</p> <p>Présence de plusieurs rehaussements de type non masse focaux avec une prise de contraste homogène selon une courbe de type II dans le quadrant inféro-externe droit dont le plus grand est mesuré à 7 mm.</p>

	<p>IRM du sein gauche non interprétable en raison d'artefacts cinétiques.</p>  <p><i>Séquence de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné.</i></p>
<p>Angiomammographie ( + 3 semaines par rapport à l'IRM mammaire)</p>	<p>Densité mammaire de type C. Absence de rehaussement matriciel.</p> <p>Asymétrie focale de densité associée à un rehaussement non masse avec une prise de contraste hétérogène faible mesurée à 33 x 23 mm, à 2,5 cm du mamelon, du quadrant inféro-interne droit.</p> <p>Rehaussement masse de forme irrégulière et de contours spiculés avec avec une prise de contraste hétérogène faible, mesuré à 6 x 5 mm, à 6 cm du mamelon, à l'union des quadrants supérieurs droits.</p>

	 <p data-bbox="544 965 1386 1043">Clichés en basse énergie et recombinaison en incidence de face du sein droit.</p>
Dose glandulaire moyenne	2,18 mGy à droite et 1,07 mGy à gauche
Échographie de deuxième intention	<p data-bbox="544 1171 1386 1335">Masse isoéchogène, de forme irrégulière et de contours indistincts, d'orientation parallèle au plan cutané, mesurée à 24 x 12 mm, à l'union des quadrants inférieurs du sein droit.</p>  <p data-bbox="544 1843 1386 1962">Absence de traduction échographique du rehaussement masse visualisé en IRM et en angiommammographie à l'union des quadrants supérieurs du sein droit.</p>
Prise en charge	Absence d'information.

*Commentaires :*

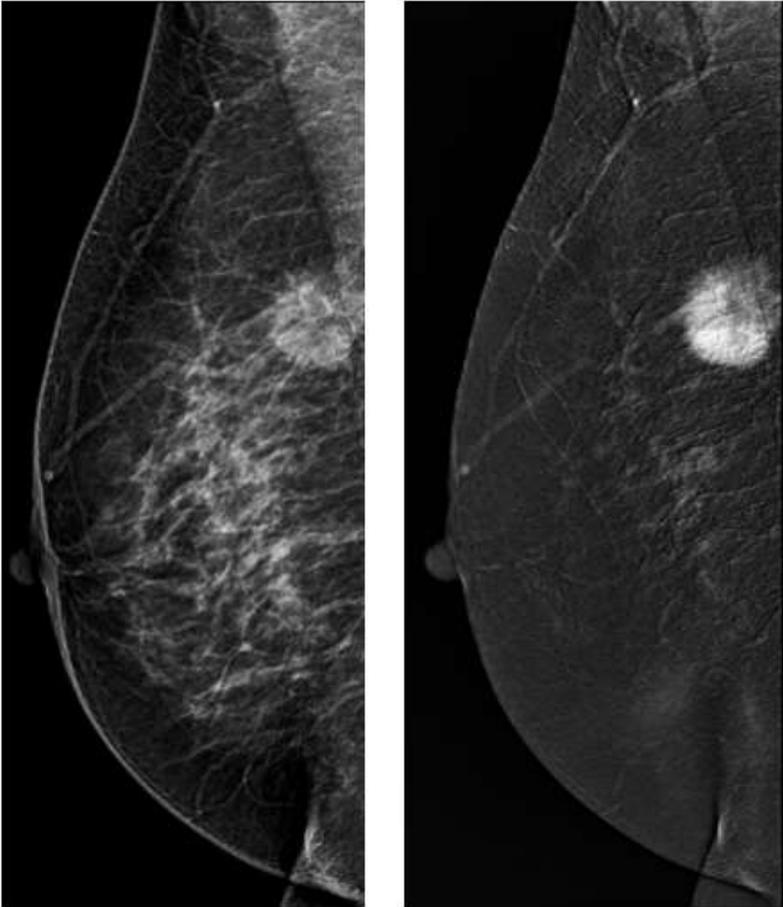
Aucune information concernant un bloc opératoire ou résultat d'anatomopathologie n'est disponible sur la base de données du CHU de Lille.

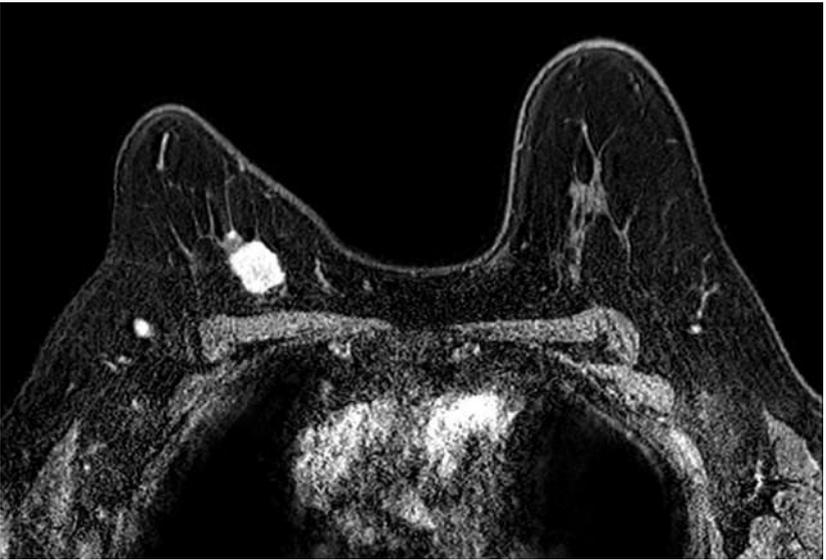
Au vu de l'âge, des comorbidités de la patiente et de sa réticence pour une prise en charge opératoire, nous pouvons supposer qu'un traitement par hormonothérapie a été mis en place.

A noter le délai pour l'angiomammographie par rapport à l'IRM mammaire qui peut être en lien avec l'absence de prise en charge chirurgicale initiale.

### Cas n°23

Âge	67 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Auto palpation d'un nodule du sein droit.
Mammographie standard et échographie mammaire	Réalisées en ville : masse ACR5 de 27 mm du quadrant supéro-interne du sein droit.
Anatomopathologie	Carcinome lobulaire infiltrant de grade histopronostique II (Ki67 à 45 %, récepteurs hormonaux positifs, HER2 négatif).
Angiomammographie	Densité mammaire de type B. Rehaussement matriciel faible symétrique. Rehaussement masse de forme ronde, à contours spiculés, avec rehaussement hétérogène intense, mesuré à 27 mm, à 8 cm du mamelon, du quadrant supéro-interne du sein droit.

	 <p data-bbox="555 1137 1380 1211"><i>Clichés en basse énergie et recombinaison en incidence oblique externe du sein droit.</i></p>
Dose glandulaire moyenne	4,34 mGy à droite et 2,99 mGy à gauche
IRM mammaire (+ 5 jours par rapport à l'angiomammographie)	<p data-bbox="555 1346 1380 1420">Tissu fibroglandulaire épars. Rehaussement matriciel faible symétrique.</p> <p data-bbox="555 1429 1380 1630">Rehaussement masse de forme ronde, à contours spiculés, avec une prise de contraste annulaire selon une courbe de type III, mesuré à 26 x 17 mm, à 6,5 cm du mamelon, à la partie profonde du quadrant supéro-interne du sein droit.</p>

	 <p data-bbox="555 775 1382 853"><i>Séquence de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné.</i></p>
Prise en charge	Mastectomie partielle et exérèse ganglion sentinelle

*Commentaires :*

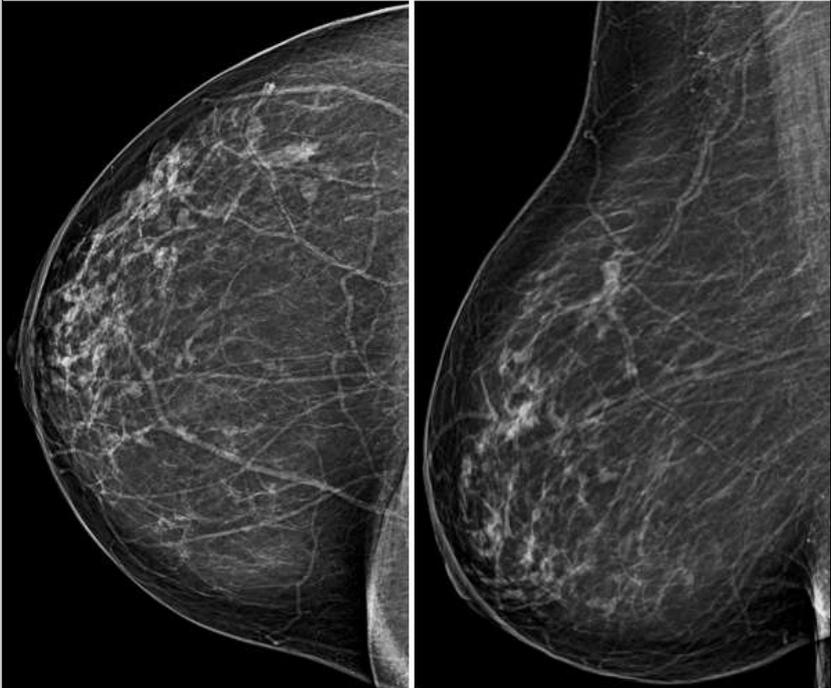
La pièce opératoire a révélé un contingent carcinomateux de 29 mm avec des marges saines et des ganglions sentinelles négatifs.

Un complément par radiothérapie externe, hormonothérapie et chimiothérapie a été mis en place.

Dans ce cas, la lésion était pré-pectorale et l'IRM permettait d'affirmer qu'il y avait une marge de sécurité avec le muscle grand pectoral. L'angiomammographie ne permet pas de donner ce type d'informations, ce qui peut être une limite de son utilisation.

## Cas n°24

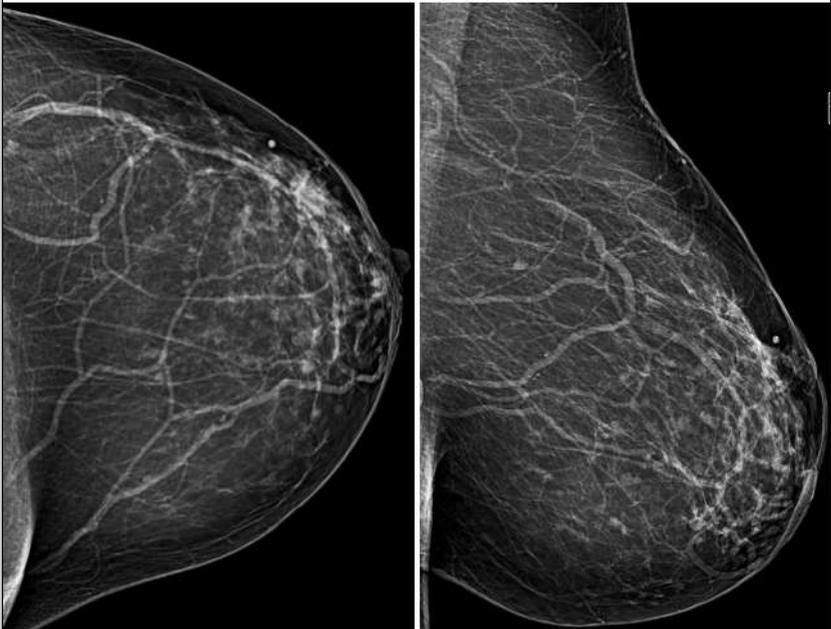
Âge	73 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Perception d'une tuméfaction cutanée de la région supra aréolaire externe du sein gauche.
Mammographie et échographie mammaire	Réalisées en ville : Masse du quadrant supéro-externe du sein droit mesurée à 6 mm associée à une masse sous cutané de 15 mm du sein gauche.
Anatomopathologie	<p>Carcinome lobulaire infiltrant de grade histopronostique I.</p> <p>Le compte rendu de la biopsie réalisée en ville indique que la lésion biopsiée était la masse du sein droit. Toutefois la patiente affirme que la biopsie a eu lieu sur le sein gauche. Devant cette discordance et l'incertitude de la lésion biopsiée, un bilan sénologique complet est renouvelé.</p>
Mammographie standard	<p>Densité mammaire de type B.</p> <p>Sein droit :</p> <p>Masse de forme irrégulière, à contours spiculés, de forte densité, mesurée à 13 x 8 mm, à 11 cm du mamelon dans le quadrant supéro-externe.</p>



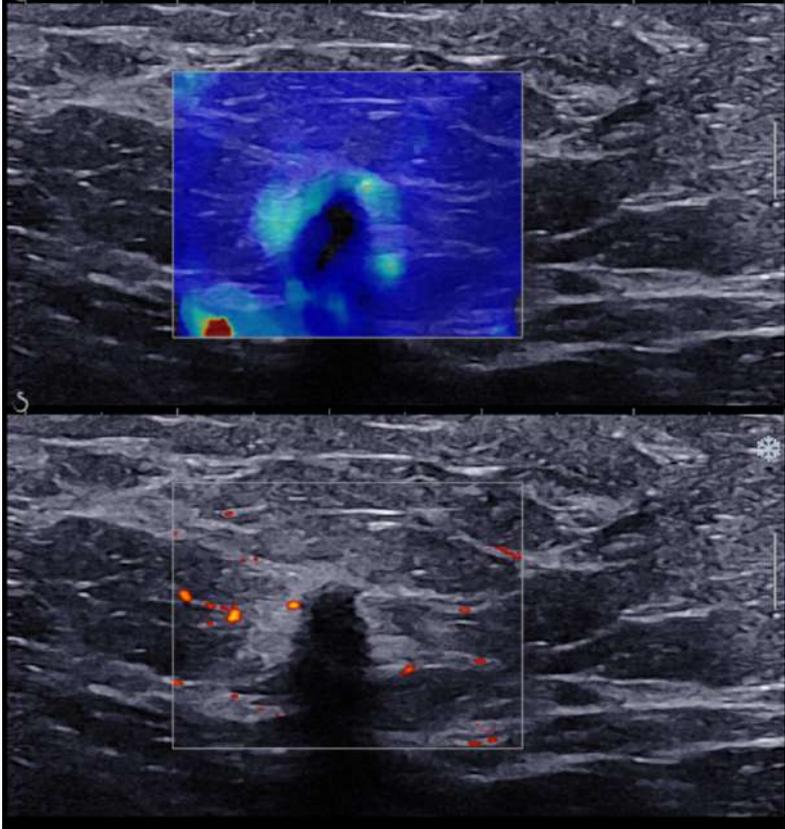
*Clichés en incidence de face et oblique externe du sein droit.*

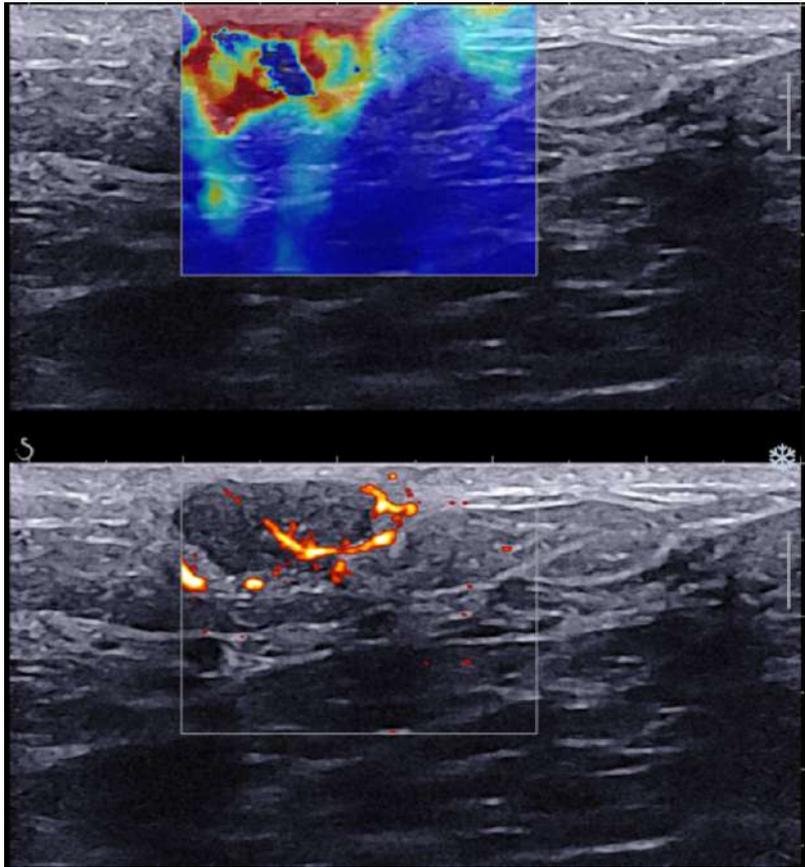
Sein gauche :

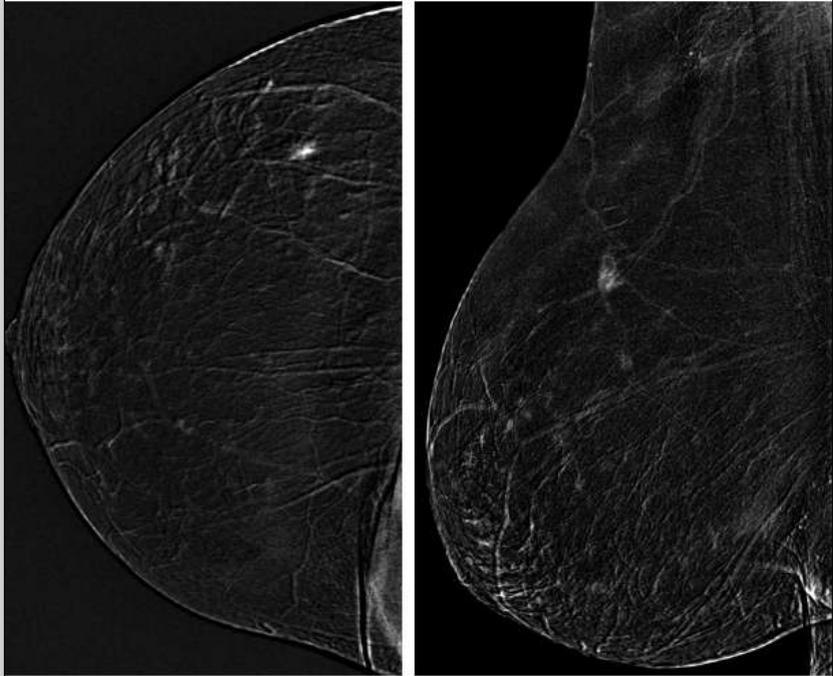
Masse de forme ovale, à contours indistincts, de faible densité, mesuré à 14x16mm, à 3 cm du mamelon, du quadrant supéro-externe.



*Clichés en incidence de face et oblique externe du sein gauche.*

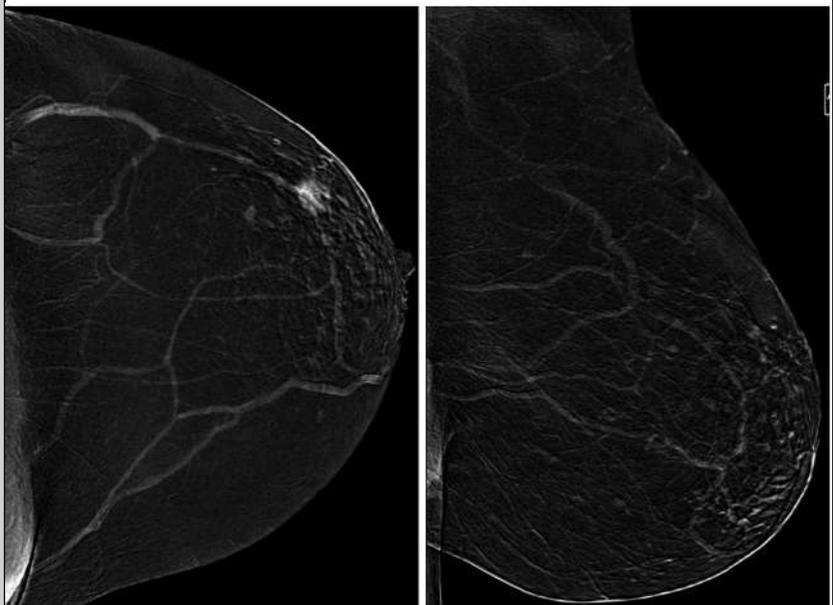
Incidences et dose glandulaire moyenne	Tomosynthèse oblique externe bilatérale. 1,6 mGy à droite et 1,7 mGy à gauche
Echographie mammaire	<p>Sein droit :</p> <p>Masse hypoéchogène, de forme irrégulière, à contours indistincts, d'orientation non parallèle au plan cutané, avec atténuation postérieure, caractère intermédiaire à l'élastographie mesurée à 9 x 6 mm, du quadrant supéro-externe.</p>  <p>Sein gauche :</p> <p>Masse hypoéchogène de forme ovale, de contours circonscrits, d'orientation parallèle au plan cutané, sans atténuation postérieure, caractère dur à l'élastographie mesuré à 13 x 6 mm partiellement dans la peau du quadrant supéro-externe, compatible avec un kyste sébacé avec remaniements inflammatoires.</p>

	
Anatomopathologie de la lésion du sein droit	Carcinome lobulaire infiltrant de grade histopronostique II (Ki67 à 5 %, récepteurs hormonaux positifs et HER2 négatif).
IRM mammaire	Indication théorique mais non réalisable chez cette patiente en raison de son surpoids.
Angiomammographie	<p>Rehaussement matriciel minime symétrique.</p> <p>Sein droit:  Rehaussement masse de forme irrégulière, à contours irréguliers, avec une prise de contraste hétérogène minime, mesuré à 9 x 3 mm, à 11 cm du mamelon dans le quadrant supéro-externe du sein droit.</p>



*Clichés recombinaés en incidence de face et oblique externe du sein droit.*

Rehaussement masse de forme ovale à contours circonscrits, avec une prise de contraste homogène modérée et lavage précoce mesuré à 14 mm, à 3,5 cm du mamelon de topographie dermique compatible avec un kyste sébacé avec remaniements inflammatoires.



*Clichés recombinaés en incidence de face et oblique externe du sein gauche.*

Dose glandulaire moyenne	2,86 mGy à droite et 2,91 mGy à gauche.
Prise en charge	Mastectomie partielle du sein droit et exérèse du ganglion sentinelle.

*Commentaires :*

Concernant le sein droit :

L'exérèse chirurgicale est en marges saines et les ganglions sentinelles négatifs. De ce fait, un complément par radiothérapie externe et hormonothérapie est préconisé.

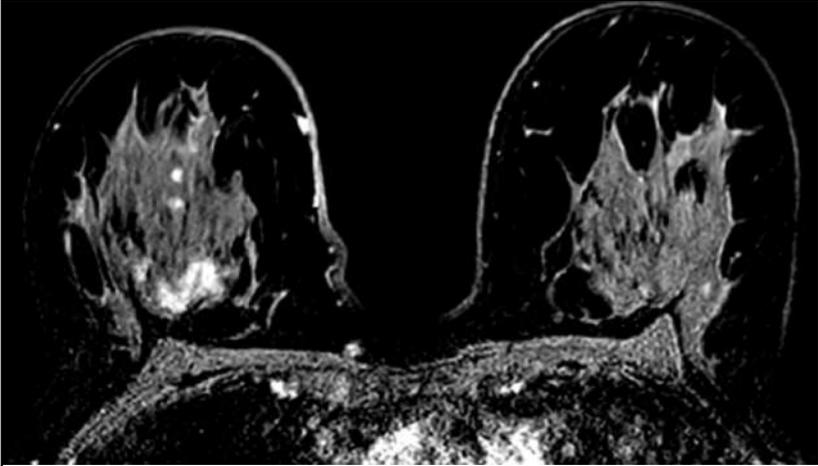
Concernant le sein gauche :

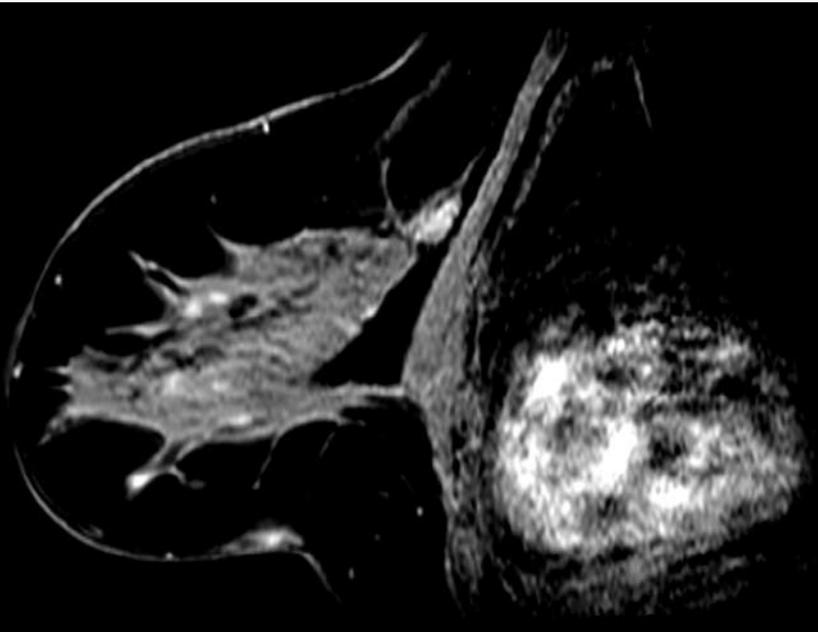
L'exérèse chirurgicale a révélé un carcinome canalaire infiltrant non spécifique de 15mm de grade histopronostique Il arrivant au contact de la limite latérale de l'exérèse (Ki67 à 30 %, récepteurs hormonaux positifs et HER2 négatif). Une reprise chirurgicale avec exérèse du ganglion sentinelle a permis de détecter des lésions étendues de carcinome in situ en marges non saines et des ganglions non atteints. Devant le caractère incomplet de cette deuxième reprise chirurgicale, une décision de mastectomie totale gauche a été décidée avec la patiente avec radiothérapie externe complémentaire dans les suites.

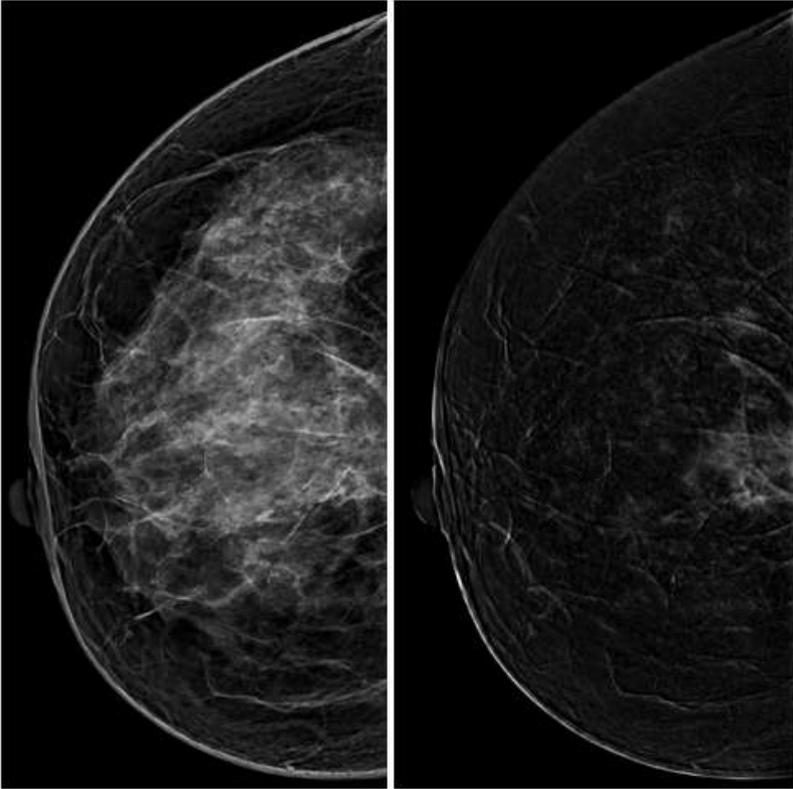
A noter ici que l'échographie et l'angiomammographie ont été faussement rassurantes, notamment en raison d'un lavage précoce du produit de contraste.

En effet la lésion principale étant sur le sein droit, la première acquisition a été réalisée en incidence de face du sein gauche puis incidence de face et oblique externe du sein droit et enfin incidence oblique externe du sein gauche. De ce fait, entre l'incidence de face et celle oblique externe du sein gauche, environ deux minutes sont passées, ce qui suggère un lavage précoce de la lésion.

## Cas n°25

Âge	64 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Dépistage organisé.
Mammographie et échographie mammaire	Réalisées en ville : Masse de 26 mm à l'union des quadrants supérieurs du sein droit.
Anatomopathologie	Carcinome lobulaire infiltrant de grade histopronostique II (Ki 67 à 5 %, récepteurs hormonaux positifs, HER2 négatif)
IRM mammaire	<p>Tissu fibroglandulaire hétérogène. Rehaussement matriciel faible symétrique</p> <p>Masse de forme irrégulière, de contours partiellement spiculés avec une prise de contraste hétérogène selon une courbe de type III mesuré à 56 x 19 mm, à 6 cm du mamelon, de la partie profonde à l'union des quadrants supérieurs du sein droit.</p> <p>Rehaussements non masses de multiples régions, avec une prise de contraste homogène selon une courbe de type III.</p>
	

	 <p data-bbox="564 846 1382 931"><i>Séquences de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné.</i></p>
<p data-bbox="185 949 456 1028">Échographie de deuxième intention</p>	<p data-bbox="564 949 1382 1111">Masse hypoéchogène de forme irrégulière, à contours spiculés d'orientation parallèle au plan cutané, avec atténuation postérieure, à l'union des quadrants supérieurs du sein droit.</p> <p data-bbox="564 1122 1382 1200">Absence de traduction échographique des foyers de rehaussement non masse du sein droit.</p>
<p data-bbox="185 1223 552 1346">Angiomammographie (+7 jours par rapport à l'IRM mammaire)</p>	<p data-bbox="564 1223 1382 1384">Rehaussement masse de forme irrégulière, de contours irréguliers, avec une prise de contraste hétérogène modérée, mesuré à 55 x 24 mm, à 6 cm du mamelon à l'union des quadrants supérieurs.</p> <p data-bbox="564 1435 1382 1637">Multiples rehaussements non masses focaux avec une prise de contraste hétérogène minimale dont la plus volumineuse est mesurée à 9 mm à la partie externe de la lésion principale. Le diamètre extrême de ces rehaussements non masses est de 52 mm.</p>

	 <p data-bbox="568 1016 1375 1093"><i>Clichés en basse énergie et recombinaison en incidence de face du sein droit</i></p>
Dose glandulaire moyenne	4,8 mGy à droite et 4,1 mGy à gauche.
Prise en charge	Mastectomie totale droite et exérèse du ganglion sentinelle.

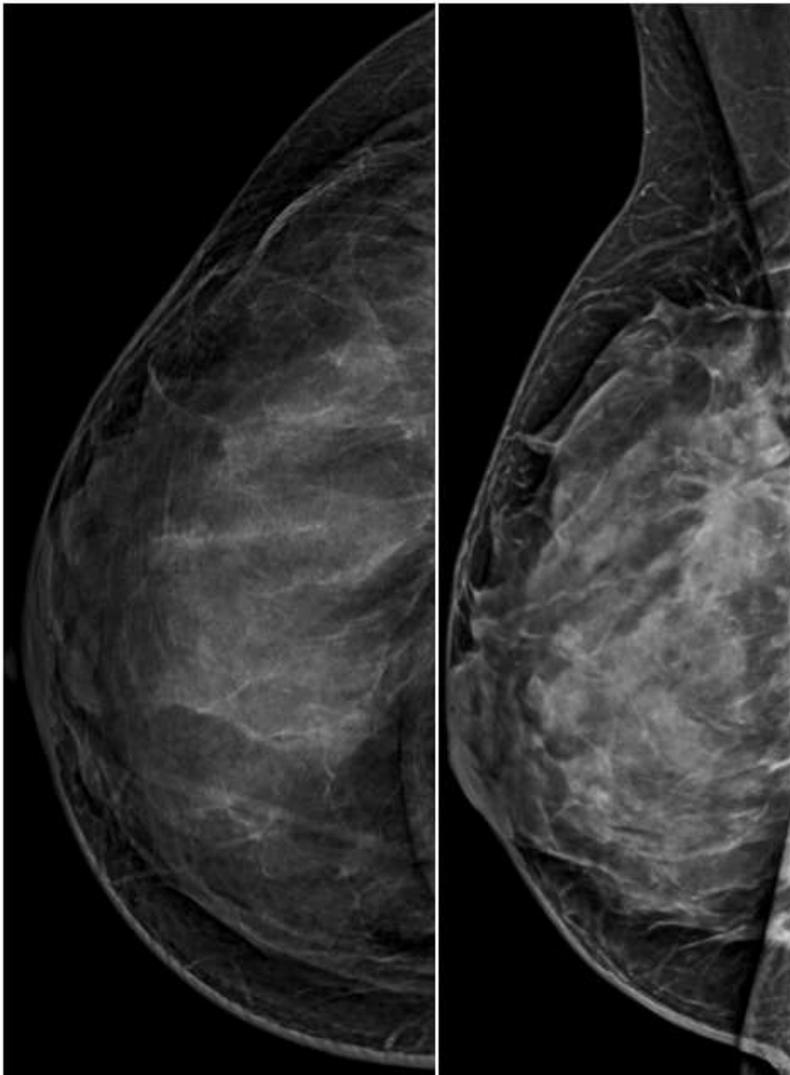
*Commentaires :*

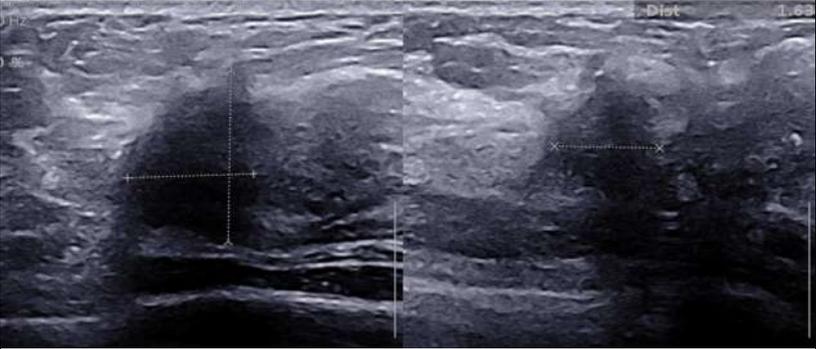
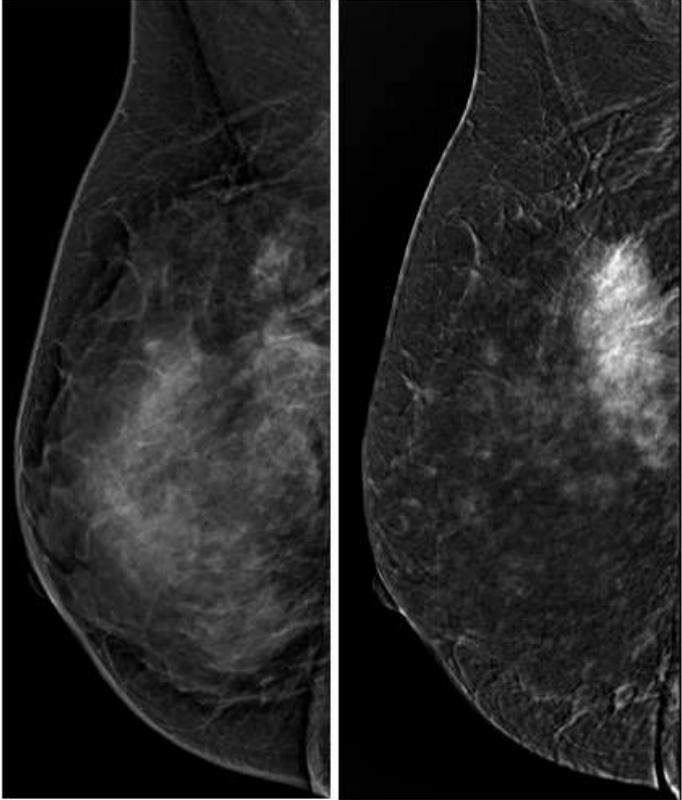
L'exérèse chirurgicale a montré une atteinte multifocale avec une lésion principale de 55 mm de grand axe à l'union des quadrants supérieurs, des lésions de 5 mm du quadrant supéro-interne et une lésion du quadrant supéro-externe de 15 mm. Les ganglions sentinelles étaient histologiquement négatifs.

Un complément par chimiothérapie, radiothérapie externe et hormonothérapie a été mis en place.

Dans ce cas, l'angiomammographie mettait en évidence des rehaussements non masses focaux avec un rehaussement minime difficilement individualisable ce qui aurait pu conduire à une sous-estimation des lésions.

## Cas n°26

Âge	46 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Non
Motif de consultation initial	Mastodynies droites.
Mammographie standard	 <p><i>Incidence de face et oblique externe du sein droit.</i></p> <p>Densité mammaire de type D.</p>

	Distorsion architecturale à l'union des quadrants externes du sein droit, mesuré à 25 mm, à 7 cm du mamelon avec déformation des plans cutanés en regard.
Incidences et dose glandulaire moyenne	Faces, tomosynthèses obliques. 7,33 mGy à droite et 5,25 mGy à gauche.
Echographie mammaire	Masse hypoéchogène de forme irrégulière, à contours indistincts, d'orientation non parallèle au plan cutané avec atténuation postérieure, mesurée à 16 x 12 mm du quadrant supéro-externe droit. 
Anatomopathologie	Carcinome lobulaire infiltrant grade histopronostique II (Ki 67 à 5 %, récepteurs hormonaux positifs, HER2 négatif).
Angiomammographie	

	<p><i>Clichés en basse énergie et recombinaison en incidence oblique externe du sein droit.</i></p> <p>Rehaussement matriciel modéré symétrique</p> <p>Rehaussement masse de forme irrégulière, de contours spiculés, avec une prise de contraste hétérogène intense mesuré à 58 x 24 mm, à 7 cm du mamelon, du quadrant supéro-externe du sein droit.</p>
<p>Dose glandulaire moyenne</p>	<p>4,65 mGy à droite et 3,6 mGy à gauche.</p>
<p>IRM mammaire (+1J par rapport à l'angiomammographie)</p>	<p>Tissu fibro-glandulaire dense. Rehaussement matriciel modéré matriciel.</p> <p>Rehaussement masse de forme irrégulière, à contours spiculés, avec une prise de contraste hétérogène selon une courbe de type I, mesuré à 60 x 24 mm, à 6 cm du mamelon venant au contact du muscle grand pectoral sans signe d'envahissement, dans la région profonde du quadrant supéro-externe du sein droit.</p> <p>Second rehaussement masse de forme irrégulière à contours spiculés, avec une prise de contraste hétérogène selon une courbe de type I, mesuré à 15 x 14 mm, à 8 cm du mamelon, au contact de la portion inféro-externe de la lésion principale, à l'union des quadrants externes.</p> <p>Rétraction cutanée au contact de ces deux lésions.</p> <div data-bbox="568 1429 1375 1877" data-label="Image"> </div> <p><i>Séquences de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné.</i></p>

Prise en charge	Mastectomie totale du sein droit et exérèse du ganglion sentinelle
-----------------	--

*Commentaires :*

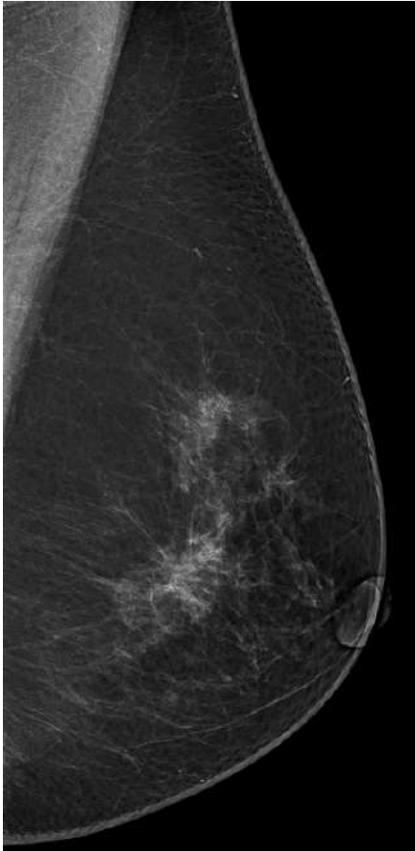
L'exérèse chirurgicale a révélé un carcinome de 65 mm avec des marges saines et des ganglions sentinelles histologiquement négatifs.

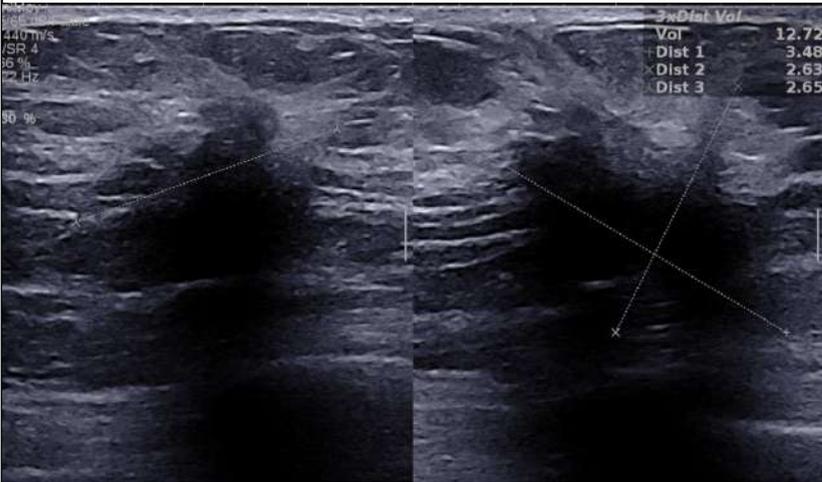
Un complément par chimiothérapie, radiothérapie externe et hormonothérapie a été préconisé.

Dans ce cas, l'angiomammographie n'avait pas permis de déceler le second rehaussement masse contrairement à l'IRM mammaire. Toutefois, cela n'aurait pas modifié la prise en charge chirurgicale au vu de la taille de la lésion principale.

De plus, l'angiomammographie n'a pas permis pas d'avoir d'informations sur l'envahissement potentiel du muscle grand pectoral au contact, contrairement à l'IRM mammaire.

## Cas n°27

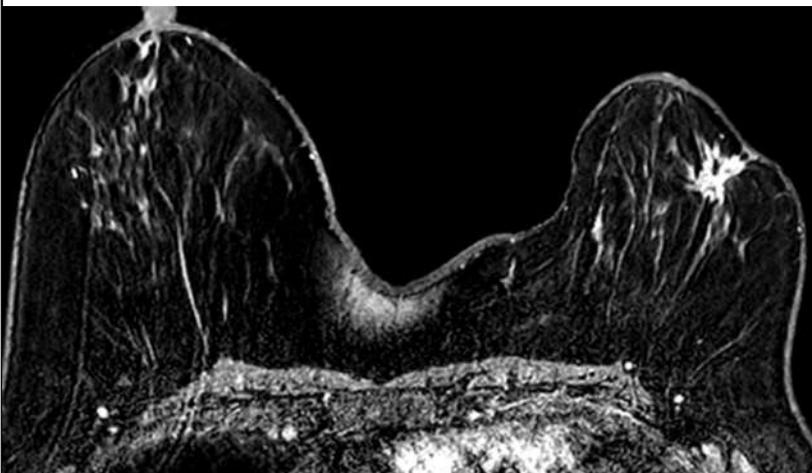
Âge	70 ans
Antécédent personnel mammaire	Aucun
Antécédents familiaux de cancer du sein ou de l'ovaire	Aucun
Ménopause	Oui
Traitement hormonal substitutif	Non
Motif de consultation initial	Palpation d'une masse dans le quadrant inféro-externe du sein gauche.
Mammographie standard	 <p><i>Cliché en incidence oblique externe du sein gauche.</i></p> <p>Densité mammaire de type B. Masse de forme irrégulière, à contours spiculés, de densité moyenne, mesuré à 18 x 15 mm, à 4 cm du mamelon, dans le quadrant inféro-externe du sein gauche.</p>

	Masse de forme irrégulière, de contours indistincts, mesuré à 5 mm, à 7 cm du mamelon, dans le quadrant inféro-interne du sein gauche.
Incidences et dose glandulaire moyenne	Faces, tomosynthèses obliques bilatérales. Profil gauche et tomosynthèse de face gauche. 4,2 mGy à droite et 7,9 mGy à gauche.
Echographie mammaire	<p>Masse hypoéchogène de forme irrégulière, à contours indistincts, d'orientation non parallèle à la surface cutanée, avec atténuation postérieure mesuré à 22 x 17 mm du quadrant inféro-externe du sein gauche.</p>  <p>Masse hypoéchogène de forme irrégulière, à contours microlobulés, d'orientation parallèle au plan cutané, sans atténuation postérieure, mesurée à 8 x 5 mm dans le quadrant inféro-interne du sein gauche .</p> <p>Adénopathie suspecte axillaire gauche avec perte du hile graisseux.</p>
Anatomopathologie	<p>Masse du quadrant inféro-externe du sein gauche : Carcinome lobulaire infiltrant grade histopronostique II (Ki67 à 10 %, Récepteurs hormonaux faiblement positifs et HER2 négatif).</p> <p>Masse du quadrant inféro-interne du sein gauche : Absence de lésion suspecte.</p> <p>Cytoponction ganglionnaire : Absence de cellules épithéliales analysables.</p>

IRM mammaire

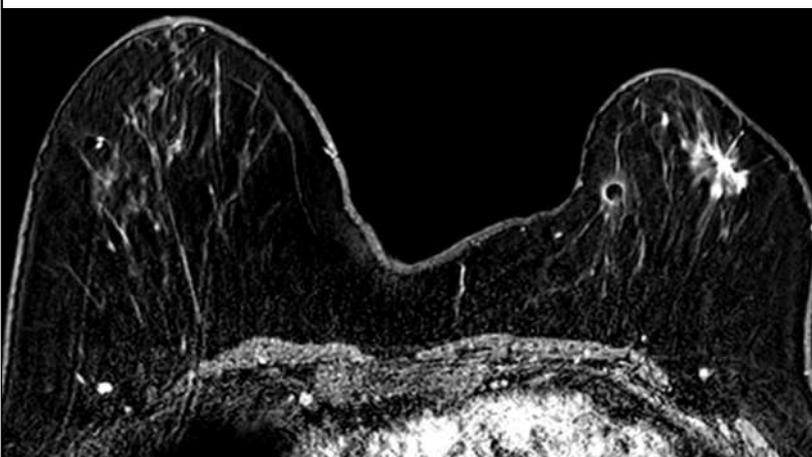
Tissu fibro-glandulaire épars. Rehaussement matriciel minime symétrique.

Rehaussement masse de forme irrégulière, de contours spiculés avec une prise de contraste homogène selon la courbe de type II, mesuré à 25 x 16 mm, à 4 cm du mamelon du quadrant inféro-externe du sein gauche associée à une rétraction des téguments en regard.



*Séquence de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné.*

Rehaussement non masse focale avec une prise de contraste homogène selon une courbe type I, mesuré à 6 mm, à 6 cm du mamelon en regard du clip du quadrant inféro-interne du sein gauche.



*Séquence de la série dynamique T1 FAT-SAT après injection de produit de contraste gadoliné.*

	<p>Rehaussement masse de forme arrondie à contours circonscrits, avec une prise de contraste homogène selon une courbe de type II, mesuré à 4 mm à l'union des quadrants supérieurs du sein droit compatible avec un ganglion intra-mammaire.</p> <p>Absence d'adénomégalie axillaire.</p>
<p>Angiomammographie ( + 4 jours par rapport à l'IRM mammaire)</p>	<p>Rehaussement matriciel minime symétrique.</p> <p>Rehaussement masse de forme irrégulière à contours spiculés, avec une prise de contraste hétérogène intense, mesuré à 33 x 24 mm, à 4 cm du mamelon, du quadrant inféro-externe du sein gauche.</p> <p>Rehaussement non masse focal minime homogène en regard du clip.</p> <div data-bbox="564 904 1382 1729" data-label="Image"> </div> <p><i>Clichés recombinaés en incidence de face et oblique externe.</i></p> <p>Rehaussement masse de forme ronde à contours circonscrits avec une prise de contraste homogène minime, mesuré à 3 mm, à 4 cm du mamelon, à l'union</p>

	des quadrants supérieur du sein droit, compatible avec un ganglion intra-mammaire.
Dose glandulaire moyenne	2,6 mGy à droite et 2,5 mGy à gauche.
Prise en charge	Mastectomie partielle gauche et exérèse du ganglion sentinelle.

*Commentaires :*

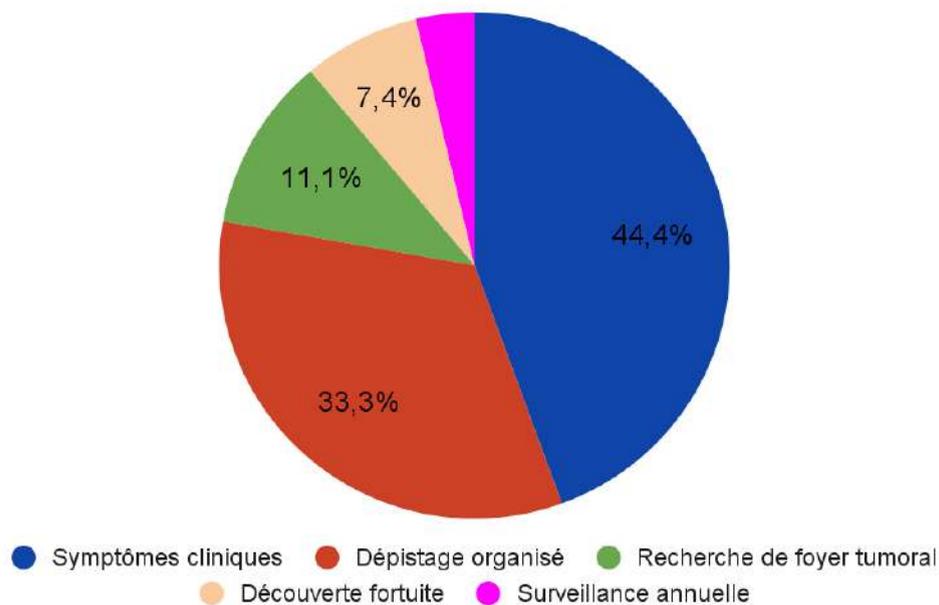
L'exérèse chirurgicale a montré une lésion de 30 mm avec des marges saines et des ganglions sentinelles non atteints histologiquement.

Lors de l'extraction des données, le dossier n'avait pas encore été présenté en Réunion de Concertation Pluridisciplinaire (RCP) afin de confirmer la radiothérapie et l'hormonothérapie complémentaire.

La médiane d'âge des patientes était de 53 ans et la moyenne était de 60 ans avec la patiente la plus jeune ayant 36 ans et la plus âgée ayant 84 ans.

Concernant les motifs initiaux de consultations, douze patientes consultaient pour perception d'une lésion ou de douleurs mammaires, neuf patientes pour dépistage organisé, trois pour recherche de foyer tumoral (contexte de lésions secondaires ou d'altération de l'état général), deux pour découverte fortuite sur un autre examen (1 scanner thoraco-abdomino-pelvien et 1 TEP-TDM) et une patiente pour surveillance annuelle.

Motif de consultation initial

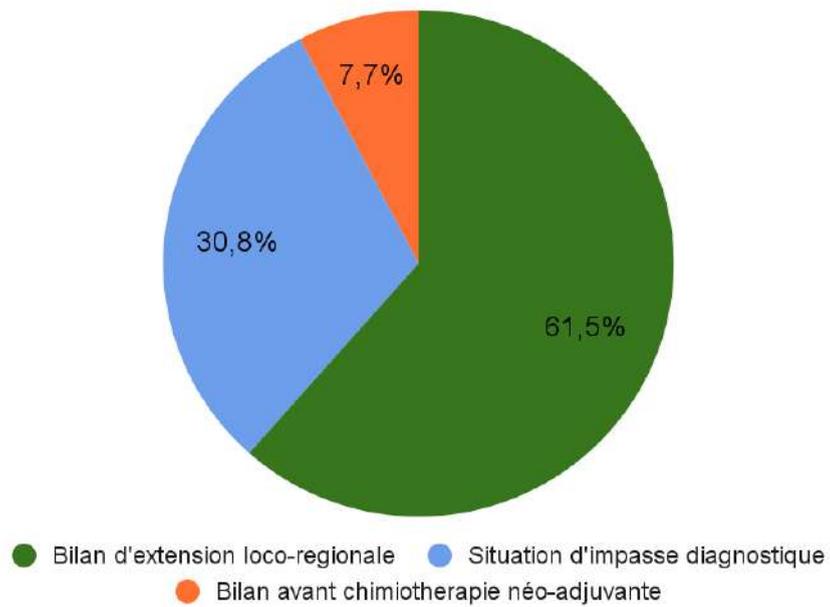


**Figure 8 : Graphique des motifs de consultations initiaux des patientes**

Parmi les indications d'angiomammographies, seize patientes étaient adressées pour bilan d'extension (carcinome lobulaire infiltrant ou seconde lésion visualisée au

cours du bilan initial) à la recherche de multifocalité, huit pour situation d'impasse diagnostique et deux pour bilan avant chimiothérapie néoadjuvante.

## Indications



**Figure 9** : Graphique des indications d'angiomammographie

## **PARTIE 4 : DISCUSSION**

La population de cette étude descriptive est exclusivement féminine. Cela peut s'expliquer tout d'abord par la faible prévalence de néoplasie mammaire chez les hommes d'une part. D'autre part, la majorité des hommes atteints d'une néoplasie mammaire possèdent une mutation génétique à haut risque, ce qui contre-indique l'angiomammographie.

### ***Avantages de l'angiomammographie***

- Accessibilité

Un des principaux avantages de l'angiomammographie est son accessibilité avec des délais de rendez-vous théoriquement plus courts que ceux d'une IRM mammaire. Néanmoins, dans cette analyse descriptive, on peut constater que l'IRM mammaire a été le premier examen préconisé surtout lorsque le bilan initial a été réalisé hors du CHU de Lille. Cela peut s'expliquer par une absence de diffusion de l'information auprès des cliniciens qui prennent en charge en premier ces patientes. Ainsi c'est, secondairement, lors du bilan pré-opératoire ou lors du bilan de faisabilité que les radiologues ont accès au dossier médical et peuvent poser l'indication d'une angiomammographie. La seconde hypothèse est que dans le service d'imagerie de la femme du CHU de Lille, des créneaux sont réservés aux IRM mammaires à réaliser dans un délai rapide. Or cette manière de faire n'est pas universelle et dans ces situations, l'angiomammographie pourrait permettre de raccourcir les délais de prise en charge.

- Contraintes organisationnelles

De même, la proximité du mammographe avec la salle d'échographie permet de réaliser une prise en charge plus rapide. Ainsi lors de l'angiomammographie, si une nouvelle lésion est détectée par rapport au bilan initial, il est possible de réaliser immédiatement une échographie de deuxième intention et une biopsie écho-guidée.

A contrario, lorsque de nouvelles lésions sont découvertes en IRM mammaire par rapport au bilan standard initial, l'échographie de deuxième intention doit être programmée.

- Corrélation avec la mammographie

L'angiomammographie permet de localiser plus facilement les lésions précédemment décrites en mammographie car les clichés sont réalisés dans les mêmes conditions, contrairement à l'IRM où la patiente est en procubitus, seins non comprimés.

De même, pour les calcifications suspectes observées en mammographie, elles ne sont pas visibles en IRM et donc la concordance avec les prises de contraste peut être difficile contrairement à l'angiomammographie où l'acquisition à basse énergie permet de détecter ces calcifications.

- Contre-Indications de l'IRM

En cas de contre-indications à l'IRM mammaire, l'angiomammographie a permis de compléter le bilan loco-régional ou d'avancer dans les impasses diagnostiques en alternative à l'IRM mammaire.

### ***Inconvénients de l'angiomammographie***

- Champ d'exploration

A travers trois cas (cas n°19, 23 et 26), nous avons pu mettre en évidence le défaut d'analyse de certaines régions mammaires en angiommammographie et notamment de l'aire pré-pectorale avec une impossibilité de déterminer s'il existait une atteinte ou non du muscle grand pectoral.

De même l'angiommammographie ne permet pas l'analyse des aires ganglionnaires et nécessite un complément par échographie mammaire.

- Irradiation

En raison d'une trop grande discordance entre les incidences réalisées au cours du bilan initial de mammographie conventionnelle et les incidences réalisées au cours de l'angiommammographie, la comparaison des DGM par sein semble peu pertinente.

L'angiommammographie augmente l'irradiation totale pour chaque patiente car elle s'additionne à la mammographie dans le bilan standard et semble donc non raisonnable pour les populations à risques (mutation génétique à très haut risque, femme enceinte ou allaitante, femme jeune).

- Injection de produit de contraste

A noter que durant cette première année, aucun effet indésirable grave n'a été constaté au sein du service d'imagerie de la femme du CHU de Lille.

Toutefois, le risque d'effet secondaire de l'injection de produit de contraste limite son utilisation.

- Interprétation de l'examen

Nous nous sommes basés sur le lexique BI-RADS de la mammographie et de l'IRM mammaire afin d'effectuer nos descriptions d'angiommammographie. Toutefois, la caractérisation de l'intensité du rehaussement semble moins pertinente en

angiomammographie car il semble dépendre, en partie, de la taille de la lésion. En effet plus la lésion tumorale était volumineuse et plus le rehaussement semblait intense même si notre faible effectif ne permet pas de l'affirmer.

De plus, au cours de nos interprétations d'angiomammographie, nous avons pu constater qu'il n'existait pas de standard de fenêtrage pour le cliché recombinaison. De ce fait, l'interprétation est assez subjective et dans certains cas cela peut être faussé en fonction du contraste de l'image. Ainsi dans le cas n°25, le rehaussement minime des rehaussements non masses peut ressembler à du rehaussement matriciel, sous-estimant ainsi les lésions.

- Imagerie 2D vs 3D :

L'angiomammographie est une imagerie en 2D, responsable d'une moins bonne visibilité des petites lésions qui peuvent être plus facilement masquées par le rehaussement matriciel contrairement à l'IRM mammaire.

- Absence de cinétique de rehaussement

Dans la majorité des cas, l'angiomammographie a été concordante avec l'IRM mammaire. Seul le cas n°26 n'a pas permis de formellement visualiser une lésion en angiomammographie par rapport à l'IRM mammaire. En raison de la taille volumineuse de la lésion initiale, la prise en charge opératoire a été une mastectomie totale. On peut donc estimer que le traitement chirurgical n'a pas été modifié par la découverte de cette lésion secondaire.

- Faiblesse de l'étude

Au cours de cette première année, un seul cas (cas n°19) a révélé un rehaussement en angiomammographie et en IRM mammaire pour une lésion d'histologie bénigne

(fibroadénome ), responsable d'un faux positif. Nous n'avons pas assez de données nous permettant d'être plus exhaustif sur les lésions bénignes.

De même l'effectif total de patientes de ce travail est réduit et ne permet pas d'obtenir des résultats significatifs.

Cette première année a donc permis d'une part de former les équipes (manipulateurs en électroradiologie et radiologues) et d'autre part de mettre en évidence les avantages et les limites de cette nouvelle technique d'imagerie.

Comme préconisé par la HAS (33), une étude prospective pour étayer les études précédentes sur les performances diagnostiques de l'angiomammographie semble être pertinente.

## **PARTIE 5 : PERSPECTIVES**

Initialement, cette thèse était censée être une étude prospective sur les performances diagnostiques de l'angiomammographie en comparaison à l'IRM mammaire dans le bilan d'extension des néoplasies mammaires.

Nous avons réalisé une demande auprès de la cellule recherche du CHU de Lille afin d'établir un dossier pour une recherche de niveau 3 (étude "CEDIMALIL"). En effet, comme des angiomammographies étaient réalisées au Centre Oscar Lambret et au centre hospitalier de Valenciennes dans la région, nous pensions que cela pouvait être considéré comme de la pratique courante.

Toutefois, après analyse de notre dossier, la cellule recherche nous a informés qu'en l'absence de recommandations par des instances officielles (notamment absence de recommandations de la HAS), l'étude devait être reclassée en niveau supérieur. L'injection de produit de contraste pouvant être à risque de décès dans des cas extrêmement rares, l'étude fut reclassée en recherche de niveau 1. Les dossiers de recherche de niveau 1 demandent des informations beaucoup plus poussées ainsi qu'une assurance.

De ce fait, et en raison des délais impartis pour la réalisation de ce travail, nous avons fait le choix de réaliser une étude descriptive sur les premières angiomammographies réalisées dans le service d'imagerie de la femme du CHU de Lille.

Le dossier concernant la recherche de niveau 1 "CEDIMALIL" était en cours de conception mais en raison de la complexité de la démarche, le manque de financement et le faible recrutement, il a finalement été décidé d'arrêter ce projet.

Toutefois, d'autres études semblent pertinentes notamment la création d'un lexique descriptif BI-RADS afin de standardiser l'interprétation de l'angiommammographie tout comme c'est le cas pour les autres modalités d'imagerie.

De même, il semble judicieux à l'avenir de trouver des critères afin d'avoir une analyse non subjective du rehaussement avec des normes de fenêtrage et des seuils pour différencier les lésions bénignes et malignes.

## PARTIE 6 : RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Cancer du sein [Internet]. [cité 14 avr 2021]. Disponible sur: /maladies-et-traumatismes/cancers/cancer-du-sein
2. INCa\_situation cancer France 2012.pdf [Internet]. [cité 14 avr 2021]. Disponible sur: [https://www.cancer-environnement.fr/Portals/0/Documents%20PDF/Rapport/INCa/INCa\\_situation%20cancer%20France%202012.PDF](https://www.cancer-environnement.fr/Portals/0/Documents%20PDF/Rapport/INCa/INCa_situation%20cancer%20France%202012.PDF)
3. Cancer-du-sein-Du-diagnostic-au-suivi-20161129.pdf.
4. Anne T. Imagerie de la femme : sénologie (Coll. Imagerie médicale). Lavoisier; 2014. 564 p.
5. Anatomie du sein - Cancer du sein [Internet]. [cité 25 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Les-cancers/Cancer-du-sein/Anatomie-du-sein>
6. Imagerie de la pathologie mammaire - Travade, Isnard - Elsevier-masson - Grand format - Le Hall du Livre NANCY [Internet]. [cité 27 mars 2022]. Disponible sur: <https://halldulivre.com/livre/9782225854095-imagerie-de-la-pathologie-mammaire-travade-isnard/>
7. Masson E. Histoire naturelle des cancers du sein [Internet]. EM-Consulte. [cité 27 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/1990/histoire-naturelle-des-cancers-du-sein>
8. cours.pdf [Internet]. [cité 15 avr 2021]. Disponible sur: [http://campus.cerimes.fr/anatomie-pathologique/enseignement/anapath\\_7/site/html/cours.pdf](http://campus.cerimes.fr/anatomie-pathologique/enseignement/anapath_7/site/html/cours.pdf)
9. Penault-Llorca F, Radosevich-Robin N. Ki67 assessment in breast cancer: an update. *Pathology (Phila)*. févr 2017;49(2):166-71.
10. Lee S. Analyse du statut HER2 [Internet]. Société canadienne du cancer. [cité 3 avr 2022]. Disponible sur: <https://cancer.ca/fr/treatments/tests-and-procedures/her2-status-test>
11. Arrêté du 29 septembre 2006 relatif aux programmes de dépistage des cancers.
12. Arrêté du 22 février 2019 modifiant l'arrêté du 29 septembre 2006 relatif aux programmes de dépistage organisé et portant modification du cahier des charges du dépistage organisé du cancer du sein.
13. Spak DA, Plaxco JS, Santiago L, Dryden MJ, Dogan BE. BI-RADS® fifth edition: A summary of changes. *Diagn Interv Imaging*. 1 mars

- 2017;98(3):179-90.
14. Barazi H, Gunduru M. Mammography BI RADS Grading. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 [cité 16 avr 2021]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539816/>
  15. ACR.pdf [Internet]. [cité 16 avr 2021]. Disponible sur: <https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/ACR.pdf>
  16. Zhang Y, Ren H. Meta-analysis of diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging and mammography for breast cancer. *J Cancer Res Ther.* 2017;13(5):862-8.
  17. note\_de\_cadrage\_irm\_mammaire\_2009-07-30\_12-03-37\_69.pdf [Internet]. [cité 16 avr 2021]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-07/note\\_de\\_cadrage\\_irm\\_mammaire\\_2009-07-30\\_12-03-37\\_69.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-07/note_de_cadrage_irm_mammaire_2009-07-30_12-03-37_69.pdf)
  18. Mann RM, Cho N, Moy L. Breast MRI: State of the Art. *Radiology.* sept 2019;292(3):520-36.
  19. Traitements - Cancer du sein [Internet]. [cité 15 avr 2021]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Les-cancers/Cancer-du-sein/Traitements>
  20. Flynn MJ, Ackerman L, Wilderman S, Block R, Watt C, Burke M, et al. Digital Subtraction Angiography (DSA) Techniques For The Evaluation Of Breast Lesions. 1 août 1984;486:129-33.
  21. Lewin JM, Isaacs PK, Vance V, Larke FJ. Dual-energy contrast-enhanced digital subtraction mammography: feasibility. *Radiology.* oct 2003;229(1):261-8.
  22. James JJ, Tennant SL. Contrast-enhanced spectral mammography (CESM). *Clin Radiol.* 1 août 2018;73(8):715-23.
  23. Le rayonnement X.pdf [Internet]. [cité 2 mars 2022]. Disponible sur: <http://www.sfrnet.org/Data/upload/files/Le%20rayonnement%20X.pdf>
  24. Biophysique des radiations et imagerie médicale - J-M Vinot, Collectif, Jean Dutreix, Alex Desgrez, B Bok [Internet]. [cité 2 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.decitre.fr/livres/biophysique-des-radiations-et-imagerie-medicale-9782225854903.html>
  25. physique\_experimentale [Technologies de l'Information pour la Santé] [Internet]. [cité 28 mars 2022]. Disponible sur: [http://ticsante.u-strasbg.fr/doku.php?id=physique\\_experimentale](http://ticsante.u-strasbg.fr/doku.php?id=physique_experimentale)
  26. Omoumi P, Becce F, Racine D, Ott JG, Andreisek G, Verdun FR. Dual-Energy CT: Basic Principles, Technical Approaches, and Applications in Musculoskeletal Imaging (Part 1). *Semin Musculoskelet Radiol.* déc 2015;19(5):431-7.

27. McCollough CH, Leng S, Yu L, Fletcher JG. Dual- and Multi-Energy CT: Principles, Technical Approaches, and Clinical Applications. *Radiology*. sept 2015;276(3):637-53.
28. Balleyguier C, Tardivel AM, Arfi-Rouche J, Pottier E, Dromain C. L'angiommammographie : nouvelle technique d'imagerie diagnostique des lésions du sein. :5.
29. Basavatarakam Indo-American Cancer Hospital and Research Centre, Hyderabad, India, Sudhir R, Koppula V, Basavatarakam Indo-American Cancer Hospital and Research Centre, Hyderabad, India, Mandava A, Basavatarakam Indo-American Cancer Hospital and Research Centre, Hyderabad, India, et al. Technique and clinical applications of dual-energy contrast-enhanced digital mammography (CEDM) in breast cancer evaluation: a pictorial essay. *Diagn Interv Radiol*. 15 janv 2021;27(1):28-36.
30. Polat DS, Evans WP, Dogan BE. Contrast-Enhanced Digital Mammography: Technique, Clinical Applications, and Pitfalls. *Am J Roentgenol*. nov 2020;215(5):1267-78.
31. Angiomammography: A review of current evidences | Elsevier Enhanced Reader [Internet]. [cité 7 mars 2022]. Disponible sur: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2211568419300361?token=B62BC1D8C36D22D90CE96588D44AD43E1D8A8CD79ED232F77788C16D326BF286C7F40384AF0EBEF3FE9EC5D889AB8C7F&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220307093242>
32. Traitements locorégionaux des cancers du sein infiltrants non métastatiques - Synthèse - Ref : RECOSEINILTSYNT21 [Internet]. [cité 10 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Expertises-et-publications/Catalogue-des-publications/Traitements-locoregionaux-des-cancers-du-sein-infiltrants-non-metastatiques-Synthese>
33. Frédéric N. Intérêt de l'angiommammographie double énergie dans la stratégie diagnostique du cancer du sein. 2021;124.
34. Zanardo M, Cozzi A, Trimboli RM, Labaj O, Monti CB, Schiaffino S, et al. Technique, protocols and adverse reactions for contrast-enhanced spectral mammography (CESM): a systematic review. *Insights Imaging* [Internet]. déc 2019 [cité 20 nov 2020];10(1). Disponible sur: <https://insightsimaging.springeropen.com/articles/10.1186/s13244-019-0756-0>
35. Fallenberg EM, Schmitzberger FF, Amer H, Ingold-Heppner B, Balleyguier C, Diekmann F, et al. Contrast-enhanced spectral mammography vs. mammography and MRI – clinical performance in a multi-reader evaluation. *Eur Radiol*. juill 2017;27(7):2752-64.

36. Sorin V, Yagil Y, Yosepovich A, Shalmon A, Gotlieb M, Neiman OH, et al. Contrast-Enhanced Spectral Mammography in Women With Intermediate Breast Cancer Risk and Dense Breasts. *Am J Roentgenol*. nov 2018;211(5):W267-74.
37. Xiang W, Rao H, Zhou L. A meta-analysis of contrast-enhanced spectral mammography versus MRI in the diagnosis of breast cancer. *Thorac Cancer*. 2020;11(6):1423-32.
38. Hobbs MM, Taylor DB, Buzynski S, Peake RE. Contrast-enhanced spectral mammography (CESM) and contrast enhanced MRI (CEMRI): Patient preferences and tolerance: CESM and CEMRI preferences and tolerance. *J Med Imaging Radiat Oncol*. juin 2015;59(3):300-5.
39. Patel BK, Gray RJ, Pockaj BA. Potential Cost Savings of Contrast-Enhanced Digital Mammography. *Am J Roentgenol*. juin 2017;208(6):W231-7.
40. James J. Contrast-enhanced spectral mammography (CESM)-guided breast biopsy as an alternative to MRI-guided biopsy. *Br J Radiol* [Internet]. 20 janv 2022 [cité 22 févr 2022]; Disponible sur: <https://www.birpublications.org/doi/abs/10.1259/bjr.20211287>
41. American College of Radiology, Committee on Drugs and Contrast Media. ACR manual on contrast media [Internet]. 2015 [cité 7 mars 2022]. Disponible sur: [http://www.acr.org/~link.aspx?\\_id=29C40D1FE0EC4E5EAB6861BD213793E5&\\_z=z](http://www.acr.org/~link.aspx?_id=29C40D1FE0EC4E5EAB6861BD213793E5&_z=z)
42. Nori J, Gill MK, Vignoli C, Bicchierai G, De Benedetto D, Di Naro F, et al. Artefacts in contrast enhanced digital mammography: how can they affect diagnostic image quality and confuse clinical diagnosis? *Insights Imaging* [Internet]. déc 2020 [cité 30 nov 2020];11(1). Disponible sur: <https://insightsimaging.springeropen.com/articles/10.1186/s13244-019-0811-x>
43. Bhimani C, Li L, Liao L, Roth RG, Tinney E, Germaine P. Contrast-enhanced Spectral Mammography: Modality-Specific Artifacts and Other Factors Which May Interfere with Image Quality. *Acad Radiol*. 1 janv 2017;24(1):89-94.

## ANNEXE

**Annexe 1 : Classification en six catégories des images mammographiques en fonction du degré de suspicion de leur caractère pathologique (en dehors des images construites et des variantes du normal) - Correspondance avec le système BI-RADS de l'American College Of Radiology (ACR)**

**ACR 0 : Des investigations complémentaires sont nécessaires :**

Comparaison avec les documents antérieurs, incidences complémentaires, clichés centrés comprimés, agrandissement de microcalcifications, échographie, etc. C'est une classification « d'attente », qui s'utilise en situation de dépistage ou dans l'attente d'un second avis, avant que le second avis soit obtenu ou que le bilan d'imagerie soit complété et qu'ils permettent une classification définitive.

**ACR 1 : Mammographie normale.**

**ACR 2 : Il existe des anomalies bénignes ne nécessitant ni surveillance ni examen complémentaire :**

- Opacité ronde avec macrocalcifications (adénofibrome ou kyste)
- Ganglion intramammaire
- Opacité(s) ronde(s) correspondant à un/des kyste(s) typique(s) en échographie
- Image(s) de densité graisseuse ou mixte (lipome, hamartome, galactocèle, kyste huileux)
- Cicatrice(s) connue(s) et calcification(s) sur matériel de suture
- Macrocalcifications sans opacité (adénofibrome, kyste, adiponécrose, ectasie canalaire sécrétante, calcifications vasculaires, etc.)
- Microcalcifications annulaires ou arciformes, semi-lunaires, sédimentées, rhomboédriques<sup>1</sup>
- Calcifications cutanées et calcifications punctiformes régulières diffuses

**ACR 3: Il existe une anomalie probablement bénigne pour laquelle une surveillance à court terme est conseillée :**

- Microcalcifications rondes ou punctiformes régulières ou pulvérulentes, peu nombreuses, en petit amas rond isolé
- Petit(s) amas rond(s) ou ovale(s) de calcifications amorphes, peu nombreuses, évoquant un début de calcification d'adénofibrome
- Opacité(s) bien circonscrite(s), ronde(s), ovale(s) ou discrètement polycyclique(s) sans microlobulation, non calcifiée(s), non liquidiennes en échographie
- Asymétrie focale de densité à limites concaves et/ou mélangée à de la graisse

**ACR 4 : Il existe une anomalie indéterminée ou suspecte qui indique une vérification histologique :**

- Microcalcifications punctiformes régulières nombreuses et/ou groupées en amas aux contours ni ronds, ni ovales
- Microcalcifications pulvérulentes groupées et nombreuses
- Microcalcifications irrégulières, polymorphes ou granulaires, peu nombreuses
- Image(s) spiculée(s) sans centre dense
- Opacité(s) non liquidienne(s) ronde(s) ou ovale(s) aux contours lobulés, ou masqués, ou ayant augmenté de volume
- Distorsion architecturale en dehors d'une cicatrice connue et stable
- Asymétrie(s) ou surcroît(s) de densité localisé(s) à limites convexes ou évolutif(s)

**ACR 5 : Il existe une anomalie évocatrice d'un cancer :**

- Microcalcifications vermiculaires, arborescentes ou microcalcifications irrégulières, polymorphes ou granulaires, nombreuses et groupées
- Groupement de microcalcifications quelle que soit leur morphologie, dont la topographie est galactophorique
- Microcalcifications associées à une anomalie architecturale ou à une opacité
- Microcalcifications groupées ayant augmenté en nombre ou microcalcifications dont la morphologie et la distribution sont devenues plus suspectes
- Opacité mal circonscrite aux contours flous et irréguliers
- Opacité spiculée à centre dense



**AUTEURE : Nom : CIFUENTES**

**Prénom : Eva**

**Date de soutenance : 17 juin 2022**

**Titre de la thèse : Mise en place d'une nouvelle technique d'imagerie au CHU de Lille : l'angiomammographie. Analyse rétrospective de 27 cas.**

**Thèse - Médecine - Lille 2022**

**Cadre de classement : *Radiodiagnostic et imagerie médicale***

**DES: *DES de radiodiagnostic et imagerie médicale***

**Mots-clés : angiomammographie ; double énergie ; néoplasie mammaire ; sénologie**

**Résumé :**

En France, en termes de fréquence, le cancer du sein est le premier cancer et la première cause de décès par cancer chez la femme. Que ce soit dans le cadre du dépistage organisé ou bien suite à l'apparition de symptômes cliniques, un bilan d'imagerie sénologique est proposé aux patientes.

Depuis 2003, une nouvelle technique d'imagerie a été développée : l'angiomammographie. Actuellement, malgré une revue de la littérature de plus en plus riche, aucune recommandation officielle n'établit formellement la place de cette technique.

En février 2021, le service d'imagerie de la femme du CHU de Lille a pu se doter de l'option angiomammographie sur le dispositif de mammographie déjà installé.

Cette technique, basée sur la double énergie, permet d'obtenir un cliché en basse énergie comportant des informations morphologiques et un cliché en haute énergie comportant des informations fonctionnelles.

Nous avons réalisé une analyse descriptive rétrospective des 27 premières patientes ayant bénéficié d'une angiomammographie dans le service d'imagerie de la femme du CHU de Lille au cours de la première année de mise en service de cette technique.

Dans 26 cas sur 27, l'angiomammographie et l'IRM mammaire étaient concordantes.

L'indication de réalisation de l'angiomammographie était dans 61,5 % des cas le bilan d'extension loco-régional, dans 30,8 % des cas pour situation d'impasse diagnostique et dans 7,7 % des cas pour bilan avant chimiothérapie néo-adjuvante.

Cette première année a donc permis d'une part de former les équipes (manipulateurs en électroradiologie et radiologues) et d'autre part de mettre en évidence les avantages et les limites de cette nouvelle technique d'imagerie.

**Composition du Jury :**

**Président : Pr Philippe PUECH**

**Assesseurs : Dr Luc CEUGNART et Dr Jérôme PHALIPPOU**

**Directeur de thèse : Dr Eric KAMUS**